



Universidad
Carlos III de Madrid

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

PROYECTO FIN DE CARRERA

**“ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE
INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA
FUNDACIÓN O.N.C.E. EN VITORIA, ÁLAVA”**

INGENIERÍA SUPERIOR INDUSTRIAL

Autor: M^a Ángela GARZÓN MARTÍN

Tutor: Mathieu LEGRAND

Leganés 27 de Marzo 2014

Título: “ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA FUNDACIÓN O.N.C.E. EN VITORIA, ÁLAVA”

Autor: M^a ÁNGELA GARZÓN MARTÍN

Tutor: MATHIEU LEGRAND

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal:

Secretario:

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 27 de Marzo de 2014 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Para mí este trabajo significa la continuación de mi gran proyecto de vida y de las innumerables experiencias, que me han hecho crecer aceleradamente y por otro lado, es para mí el comienzo de una nueva etapa profesional.

En primer lugar, se lo dedico a mis padres; por ser mis padres, por ser las personas con las que he contado, cuento y contaré incondicionalmente durante toda mi vida. Quiero agradecerlos toda la formación que me habéis dado, desde pequeña ayudándome con los deberes en casa y en la universidad apoyándome y dándome ánimos sobre todo en los momentos que más lo necesitaba. Gracias por estar ahí siempre.

Cómo no agradecer también en este momento el apoyo de mi gran hermana Sonsoles, por aguantarme siempre, por apoyarme en los malos momentos. Siempre me acordaré de los momentos de estudio en la biblioteca, ¡cuánta pereza daba ir los domingos de junio con el buen tiempo!. Ánimo “Andreita”, que a ti ya no te queda nada para tener que escribir una memoria similar a ésta.

También agradecer el apoyo a Rober, por ayudarme siempre que ha podido. Espero que esta nueva etapa que vamos a afrontar sea estupenda, allí donde sea.

A todas las personas que forman parte de la compañía Toshiba, que todos y cada uno de ellos me han aportado algo en mi crecimiento profesional y personal.

A los profesores de la Universidad Carlos III, es especial a Mathieu Legrand, tutor de este proyecto, por aportarme su ayuda para la realización del mismo.

A todos mis familiares y amigos, que también han vivido muy de cerca esta etapa de mi vida.

Por último, y no menos importante, le quisiera dedicar este trabajo a mi abuela Juana, que estoy segura de que se siente muy orgullosa de mí. Abuela, te echamos de menos. Sé que nos proteges a todos desde allí donde estés.

Muchas gracias a todos, de corazón.

Ángela Garzón

Resumen

El presente proyecto se realiza para exponer y justificar, la instalación de climatización adoptada en un recinto de la fundación O.N.C.E en Álava, España.

El proyecto comienza con una descripción del recinto: cerrado, de aproximadamente 600 m², donde se distribuyen los despachos, la sala de curas, las salas de formación y el salón de actos, en un total de 16 zonas a climatizar.

El sistema de climatización se ha diseñado teniendo en cuenta las condiciones climatológicas más desfavorables tanto en verano, como en invierno. Cumple el Reglamento de Instalaciones Térmicas (en adelante, RITE).

El proyecto prosigue con el análisis de las cargas térmicas para refrigeración y calefacción, tanto internas (ocupación, uso), como externas (climatología, características del edificio, coeficientes de transmisión de materiales; orientación). Para ello se ha empleado el manual Carrier y se emplea el software "Hourly Analysis Program" (en adelante HAP).

Las zonas a climatizar serán las que tengan una ocupación constante a lo largo del tiempo, sin considerar entre ellas las zonas de entrada, como recepción. Los aseos y almacenes no serán climatizados.

Una vez los balances de energía calculados, se realiza una descripción del sistema adoptado y se diseña y dimensiona la instalación de climatización, eligiendo los equipos más adecuados y eficaces para el sistema elegido, que se encuentran en el mercado dentro de la compañía Toshiba. Se ha elegido un sistema de caudal variable de refrigerante (en adelante VRV) debido a su flexibilidad y eficiencia.

La distribución de aire se ha diseñado siguiendo el método de recuperación estática, que consiste en reducir o aumentar el diámetro en función del caudal distribuido, pero manteniendo siempre unos límites de velocidad y pérdidas de carga aceptables. Los conductos han sido diseñados con el software MC4. El entramado de tuberías ha sido diseñado siguiendo las mismas directrices que en los conductos, variando los límites de velocidad y pérdida de carga según la normativa vigente al respecto.

Se ha elegido el número, tamaño y tipo de difusores y rejillas adecuados en las estancias, según el caudal máximo que circula por estos elementos, considerando los alcances necesarios así como niveles de presión sonora adecuados, cumpliendo con la normativa vigente al respecto.

Se incluyen los pliegos del análisis de los elementos de la instalación, para mostrar las consideraciones que debe cumplir la ejecución de la instalación en cada punto del sistema.

Por último se realiza un análisis económico (Presupuesto).

Abstract

This project is carried out to explain and justify, the climate control system adopted in an O.N.C.E. Foundation premises in Álava, Spain.

The project starts with a description of the premises: closed, about 600 m². Furthermore the building is composed by offices, a treatment room, classrooms, and meeting facilities, counting with a total of 16 areas to climate.

The heating, ventilation and air conditioning (HVAC) system is designed taking into account the most unfavorable weather conditions in both summer and winter. This project meets Regulation of Thermal Installation (RITE).

The project continues with the analysis of thermal cooling and heating loads, both internal (occupation, use), and external (climate, building characteristics, materials transmission coefficients, orientation). "Carrier air conditioning manual" and the software "Hourly analysis program" (HAP) have been used to calculate these loads.

The areas to acclimatize will be those with a constant occupation over time, without consider entrance areas, as the hall. The restroom and the warehouse will not be acclimatized.

Once energy balances have been calculated, a description of the adopted sytem is done. Moreover, the climate control instalation is designed and measured choosing the most suitable and efficient equipments for the selected system within the catalogue of the Toshiba Company. In the final design, a system of variable refrigerant flow (VRF) have been choosen due to its flexibility and efficiency.

Air distribution is designed according to the static recovery method, which consist in reducing or increasing the diameter according to the flow distributed, but always maintaining a speed limit and acceptable load losses. The ducts are designed with the MC4 software. The piping has been designed following the same instruction used the ducts, modifying speed limits and pressure drop according to prevailing legislation.

We have chosen the number, size and type of diffusers and grilles appropriate to each area, depending on the maximum flow through these elements, considering the necessary scope and right sound pressure levels.

The specifications of the elements of the installations are included to show the considerations that must comply with the execution of the installation of the system at each point.

Finally, an economical analysis (budget)is included.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	15
2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	15
2.2. METODOLOGÍA	15
3. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
3.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	17
3.2 GENERALIDADES Y NORMATIVAS	20
4. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA: EVALUACIÓN DE LAS CARGA TÉRMICAS.....	29
4.1. CARGAS TÉRMICAS	29
4.2. CONDICIONES DE DISEÑO	35
4.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	39
5. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO INTERIOR DEL EDIFICIO.....	47
5.1 REFRIGERANTE. CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	47
5.2 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	53
5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SISTEMA	55
5.4 SISTEMA DE CONTROL	67
5.5 CONEXIÓN ELÉCTRICA	69
6. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	71
6.1 RESUMEN CÁLCULO DE CARGAS.....	71
6.2 DIMENSIONADO DE CONDUCTOS	76
6.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS.....	78
6.4 Dimensionamiento recuperadores	83
6.5 Legislación sobre Gases Fluorados de Efecto Invernadero	86
7. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	91
7.1. GENERALIDADES	91
7.2. TUBERÍAS DE COBRE.....	95
7.3. VÁLVULAS.....	97
7.4. AISLAMIENTO TÉRMICO	99
7.5. PROTECCIÓN.....	100

7.6.	CONTROL AUTOMÁTICO	100
7.7.	MOTORES ELÉCTRICOS	104
7.8.	DOCUMENTACIÓN FIN DE OBRA.....	105
8.	<i>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</i>	<i>107</i>
8.1.	RELACIÓN DE RIESGOS LABORALES	107
8.2.	MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIONES	107
8.3.	OTRAS ACTIVIDADES	110
8.4.	MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA RIESGOS ESPECIALES.....	110
8.5.	PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES A LA FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS	110
9.	<i>PRESUPUESTO</i>	<i>111</i>
10.	<i>CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....</i>	<i>119</i>
11.	<i>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</i>	<i>121</i>
12.	<i>ANEXOS</i>	<i>123</i>

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de fin de carrera contempla el diseño del acondicionamiento del aire interior del edificio de la fundación O.N.C.E en Vitoria, Álava y se ha realizado en la empresa Toshiba Climatización de Madrid.

La ONCE ostenta el derecho de superficie sobre la parcela objeto de este proyecto en virtud de un convenio suscrito con Excmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Se encuentra emplazado en la parcela EM2-S de la avenida de París, situada en el sector 8 de Salburua. Vitoria-Gasteiz. La parcela urbana, de forma irregular, tiene una superficie de 2000 m²; Linda al norte con la parcela EM2-N, al este con la avenida de París y al sur y oeste con la parcela SGEL-2. La geometría del edificio, que resulta de la concepción del mismo en base al programa de necesidades, al entorno y a la aplicación sobre el solar de la ordenanza municipal, es la que se recoge en el conjunto de planos de este proyecto.

El edificio objeto del presente proyecto se destina a uso de equipamiento asociativo y todas sus dependencias permiten la realización de la función asignada.

El programa de necesidades que se recibe por parte de la propiedad para la redacción del presente proyecto, se corresponde con las actividades propias de una Agencia Provincial tipo que tiene establecida por la ONCE, donde además de las funciones administrativas propias de la organización y relativas a la atención para la venta de cupón, a la atención al asociado y para reuniones del Consejo Territorial, existen otras relativas a la atención cultural y asistencial, dedicando para ello salas para talleres, reuniones, actividades culturales y despachos donde se pueda individualizar la atención por parte de asistentes sociales y personal especializado. Además de lo señalado resulta necesaria una sala de actos o usos múltiples que permita la celebración de conferencias, debates y actividades musicales.

El edificio es una construcción de planta única que alberga todas las zonas. En el apartado 2.2 se describe el edificio en su totalidad.

El diseño del proyecto tiene en cuenta la problemática global de ahorro energético y emisiones de gases de efectos invernadero, escogiendo un diseño eficiente. En adición, el Proyecto comprende todos los elementos de la instalación necesarios para su correcto funcionamiento y cumplimiento de su objetivo, desde la conexión a los generadores de calor y de frío hasta los elementos terminales de climatización, según se detalla en la memoria, presupuesto y planos del Proyecto.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de éste proyecto de climatización, trata del diseño, justificación y dimensionamiento de las instalaciones de climatización a dotar a los locales del edificio destinado a uso de la futura Agencia Provincial de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (O.N.C.E.) situado en la provincia de Álava.

La función principal es conseguir mantener las condiciones de confort en todas las zonas del recinto durante las horas de ocupación. Se considera que las condiciones de confort de las zonas climatizadas son de 24°C en verano y de 22°C en invierno, en ambos casos con una humedad relativa del 50%.

El Proyecto se ha de redactar de acuerdo a las Normas Técnicas en vigor (RITE), de manera que sirva para tramitar las oportunas licencias, permisos de funcionamiento, etc., en los siguientes Organismos:

- Delegación Provincial del Ministerio de Industria.
- Ayuntamiento de la localidad.

Dicho recinto se caracteriza por tener ciertas peculiaridades bajo el punto de vista de la climatización, como son, las de tener en su interior unos jardines y las paredes que dan hacia los mismos, son cristaleras. Se ha de tener muy presente el coeficiente de transmisión de calor de las mismas.

Como objetivos secundarios hay que tener en cuenta en la elección del sistema de climatización, que sea un sistema eficiente y de coste ajustado a las exigencias del cliente. Además el sistema tiene que ofrecer cierto grado de flexibilidad, ya que se necesita que las condiciones en unas zonas sean independientes de otras, por ejemplo el salón de actos no se usará a diario, mientras que los despachos y las aulas de formación sí lo harán.

2.2. METODOLOGÍA

Para conseguir mantener unas determinadas condiciones de confort en todas las zonas del recinto, se necesita contrarrestar la carga térmica en el local objeto de estudio.

Antes de realizar la estimación de la carga es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de evaluación de las componentes de carga. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías.

La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real efectiva. Generalmente es imposible medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo a la estima de dichas cargas.

Para el cálculo de cargas de cada espacio se utilizará el software de Toshiba-Carrier denominado HAP (Hourly analysis program). En él se irán simulando las cargas internas (uso, ocupación, iluminación, equipos eléctricos) y las cargas externas (orientación, coeficiente de transmisión de calor de los materiales constructivos), para conocer cuáles son las exigencias de carga máxima por cada espacio.

El sistema de climatización a elegir ha de cumplir las exigencias de flexibilidad que requiere el recinto. Se ha de elegir un sistema que permita utilizar sólo los equipos y potencia necesarios para la diversidad de usos y horarios del edificio. Para la elección del sistema se recurre al software Selection Tool de Toshiba (piping).

Con la ayuda de dicho software se definen las unidades interiores y unidades exteriores de cada sistema y se realiza el cálculo de tuberías y acoplamientos auxiliares como distribuidores y/o colectores.

Para el cálculo de conductos se utiliza el software MC4 Suite, que es compatible con AutoCad y permite la proyección del edificio energéticamente eficiente permitiendo evaluar dinámicamente el impacto de los materiales, de los sistemas y de las técnicas de construcción.

Otro de los objetivos a cumplir es la eficiencia del sistema elegido. Se define COP (Coefficient Of Performance) como el coeficiente de rendimiento entre la potencia calorífica total disipada en vatios y la potencia eléctrica total consumida, durante un periodo típico de utilización.

A mayor COP de los equipos de climatización mayor uso de la energía y más rendimiento en la instalación. Este concepto es uno de los criterios de diseño a la hora de escoger la instalación final.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio es una construcción de una única planta. Las zonas a climatizar se distribuyen de la siguiente manera:

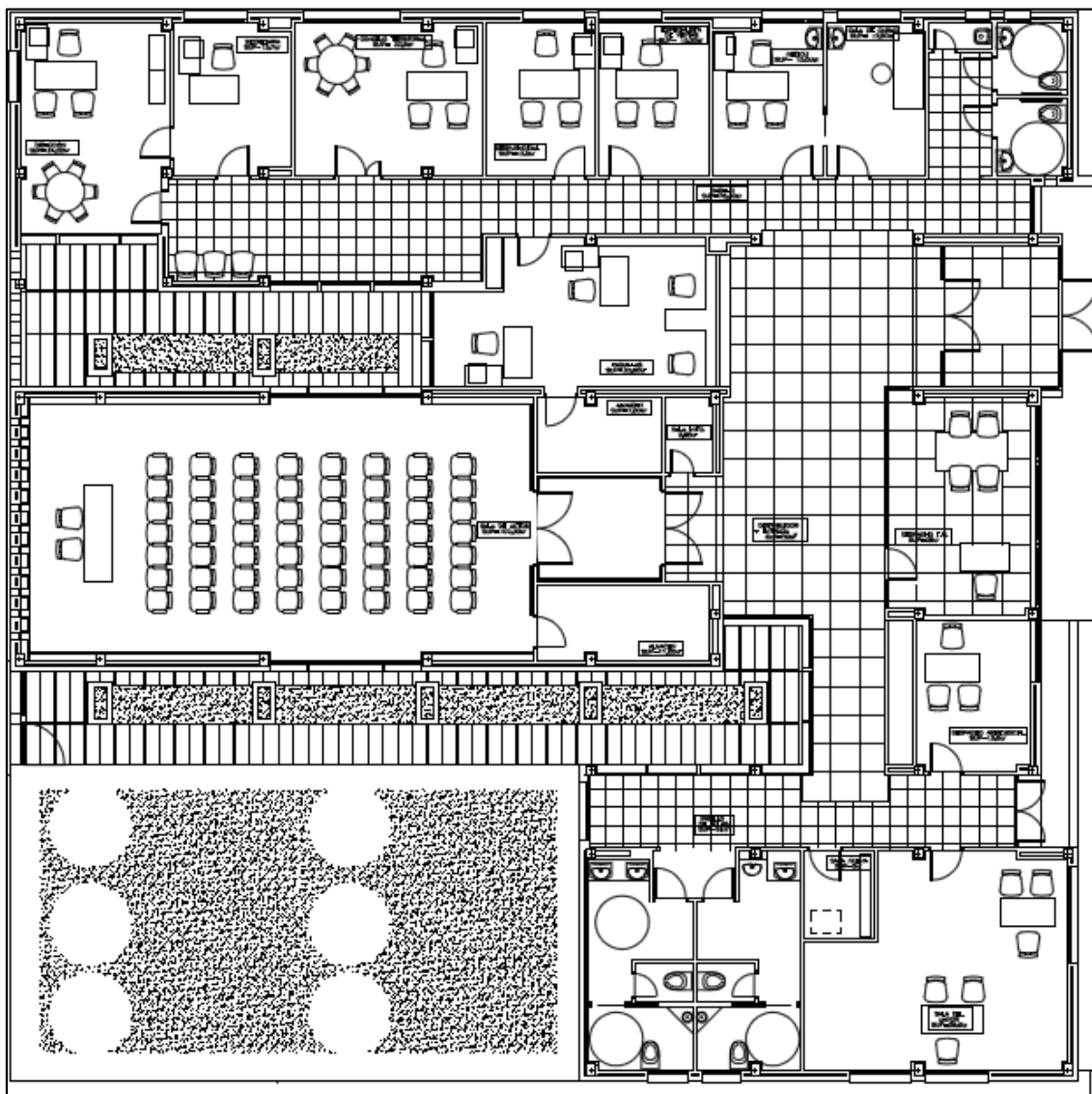


Figura 1. Plano del edificio: Agencia ONCE Álava (Vitoria, España).

Se podrá ver un plano del edificio más amplio y detallado en el anexo 1.

Nombrados de izquierda a derecha y de arriba a abajo, se tienen los siguientes espacios:

<i>ESPACIOS</i>	<i>ÁREA (m²)</i>
Dirección	24,0
Secretaría	13,7
Consejo territorial	22,5
Despacho sindical	13,5
Especialista de ventas	13,5
Médico	13,5
Sala de curas	13,5
Pasillo	76,3
Taquillas	30,9
Salón de actos	107,3
Distribuidor+Entrada	59
Despacho TR (téc.rehabilit.)	25
Despacho asist. Social	13,5
Pasillo aulas	24
Sala nueva	5
Sala del mayor	39,6
TOTALES	494,8

Tabla 1. Zonas a climatizar del edificio

El edificio cumplirá con las calidades exigidas por la O.N.C.E que estarán definidas en el proyecto de ejecución, sin embargo, se reseñan de forma breve en este proyecto básico algunos de los aspectos más relevantes. Los materiales en acabados interiores se corresponden con la memoria de calidades que determina la ONCE para sus edificios.

Cimentación y estructura:

La estructura se resolverá en hormigón armado, pudiendo ser descompuesta, a efectos de cálculo, en: cimentación, soportes, forjados y elementos singulares.

La descripción geométrica de la estructura que figurará en los planos correspondientes al Proyecto de Ejecución, deberá ser ejecutada y controlada siguiendo lo que en ellos se indica y las prescripciones recogidas en las normas vigentes. Tanto la interpretación de planos como las prescripciones de ejecución de la estructura quedan supeditadas en última instancia a las directrices y órdenes que durante la construcción de la misma imparta la Dirección Facultativa de la obra.

En base a los datos geotécnicos estimados se adoptan las siguientes premisas de tipología y cálculo de cimentación y disposiciones constructivas de la misma: zapatas de hormigón armado.

Se ha estimado una tensión admisible del terreno necesaria para el cálculo de la cimentación de 2 kg/cm^2 , a la espera de la realización del correspondiente estudio geotécnico para determinar si la solución prevista para la cimentación, así como sus dimensiones y armados son adecuados al terreno existente. Esta tensión admisible es determinante para la elección del sistema de cimentación.

El sistema estructural se compone de pórticos de hormigón armado constituidos por pilares de sección cuadrada y rectangular y por vigas de canto y/o planas en función de las luces a salvar.

Fachadas y particiones:

A) CERRAMIENTOS:

Para fachadas se adopta la siguiente solución: Los cerramientos del edificio se han resuelto mediante fábrica de ladrillo macizo para revestir de $\frac{1}{2}$ pie, tomados con mortero 1:6 de cemento y arena. cámara de 5 cm. con aislamiento térmico proyectado de 30 kg. de densidad y tabicón de ladrillo hueco doble.

B) CUBIERTAS:

Para las cubiertas invertidas transitables se adopta la siguiente solución: forjado de semiviguetas armadas de ancho de zapatilla 12 cm., con inter-eje de 70 cm., canto de bovedilla 20, canto de la losa superior 5 cm. (pendiente de comprobación en proyecto de ejecución), capa de hormigón aislante de arcilla expandida Arlita de espesor medio 5 cm. como formación de pendiente, tendido de mortero de cemento M-5, de 2 cm. de espesor, membrana bicapa no adherida, a base de lámina de betún plastomérico, y otra lámina de betún plastomérico adherida a fuego a la anterior, aislamiento térmico de poliestireno extruído de 40 mm. de espesor, capa separadora y pavimento flotante de piezas prefabricadas.

C) TABIQUERÍA:

Para tabiquería se adopta la siguiente solución: ladrillo cerámico hueco doble de 7 cm. de espesor, guarnecido y enlucido de yeso y pintura plástica.

D) SOLADOS Y ALICATADOS:

Solado de zona de acceso en granito abujardado, en despachos y en salas baldosas de porcelanato natural de grandes dimensiones en color que contraste con los tonos claros de los paramentos. En aseos se utilizará gres antideslizante porcelánico.

E) CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA:

- Carpintería exterior: de aluminio de la marca TECHNAL serie alta, con precerco vidrio climalit 6+6 cámara y luna de 4mm.

- Carpintería interior: todas las puertas tendrán un ancho mínimo de 82 cm. serán de primera calidad acabadas en madera de haya vaporizada, lisas y manilla ergonómica de acero inoxidable.

H) APARATOS SANITARIOS: su disposición está descrita en planos, serán de porcelana en color blanco. Se instalarán barras en los aseos adaptados para personas con movilidad reducida.

I) REVESTIMIENTOS:

- Revestimientos interiores: En el acceso, vestíbulo y salón de actos trasdosado de paneles de madera, en despachos pintura plástica sobre enlucido de yeso.

- Revestimientos exteriores: Zócalo de piedra arenisca de color tostado, tipo “Sierra de la Demanda”, enrasado con enfoscado fino para pintar con pintura petera para exteriores. Albardilla en coronación formada por pieza prefabricada de hormigón polímero con formación de goterón hacia el interior de la cubierta.

J) PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LA EJECUCIÓN:

La acreditación de las cualidades exigidas a los materiales será objeto del control de recepción en obra. Las prescripciones para la puesta en obra de materiales y elementos prefabricados se ajustarán a los DB que les sean de aplicación, así como a las instrucciones del fabricante. En particular, se hará estricta observación de la disposición de juntas constructivas y estructurales, así como a los remates en encuentros de materiales impermeabilizantes con fábricas, chimeneas, carpinterías y elementos de desagüe, contenidas en este proyecto y en los DB correspondientes.

3.2 GENERALIDADES Y NORMATIVAS

El diseño de las instalaciones térmicas se ha de basar en un conjunto de premisas, como el conocimiento de condiciones interiores a cumplimentar, de los condicionantes exteriores, así como de los criterios y preceptos que permitan estimar y alcanzar su adecuado comportamiento respecto a la funcionalidad perseguidas de bienestar, seguridad y uso racional de la energía.

El ambiente térmico se define por aquellas características que condicionan los intercambios térmicos del cuerpo humano con el ambiente, en función de la actividad de la persona y del aislamiento térmico de su vestimenta, y que afectan a la sensación de bienestar de los ocupantes. Estas características son la temperatura del aire, temperatura radiante media del recinto, la velocidad media del aire en la zona ocupada y, por último, la presión parcial del vapor de agua o la humedad relativa.

Para más detalles sobre los conceptos, arriba mencionados, y su expresión, influencia, variabilidad, etc. consúltese la norma UNE-EN ISO 7730.

Las condiciones exteriores de cálculo (latitud, altitud sobre el nivel del mar, temperaturas seca y húmeda, oscilación media diaria, dirección e intensidad de los vientos dominantes) se establecerán de acuerdo con lo indicado en UNE 10000010, o en su defecto, en base a datos procedentes de fuentes de reconocida solvencia (Guía Técnica del RITE: Condiciones climáticas exteriores de proyecto).

Para la variación de las temperaturas seca y húmeda con la hora y el mes se tendrá en cuenta la norma UNE 1000014.

La emisión de calor del cuerpo humano se mantiene casi constante, a partir de los 18°C, en unas 100 kcal/h, pero aumenta muy rápidamente para temperaturas más bajas. Varía mucho para cada zona del cuerpo (es mayor en los pies y en la cabeza) y mientras mayor es la temperatura ambiente, mayor es la proporción de calor latente (evaporación) sobre el calor sensible evacuado.

Existen muchas gráficas y tablas que ilustran sobre las emisiones de calor y de vapor de agua del hombre medio en distintas actividades y bajo diferentes temperaturas ambientales.

<i>Nivel de actividad</i>	<i>Ganancia calor sensible (BTU/h·pers)</i>	<i>Ganancia calor latente (BTU/h·pers)</i>	<i>Calor sensible (W pers.)</i>	<i>Calor latente (W pers.)</i>
En reposo	230	120	67,4	35,2
Trabajo de oficina	245	205	71,8	60,1
Trabajo sedentario	280	270	82,1	79,1
Trabajo medio	295	455	86,5	133,4
Trabajo pesado	525	925	153,9	271,1
Baile	305	545	89,4	159,7
Atlético	710	1090	208,1	319,4

Tabla 2. Valores de referencia de carga térmica humana según el nivel de actividad en base al HAP.

El proyectista podrá variar las condiciones arriba indicadas dependiendo del uso de los locales. Los valores anteriores deben mantenerse en la zona ocupada, según la tabla siguiente, siguiendo la norma UNE ISO 7730.

Tipo de edificio/espacio	Actividad metabólica W/m²	Categoría de calidad	Temperatura operativa °C		Máxima velocidad media del aire ⁽¹⁾ m/s	
			Verano	Invierno	Verano	Invierno
Despacho individual Oficina diáfana Sala de conferencias Sala de actos Cafetería/restaurante Aula	70	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,12	0,10
		B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,19	0,16
		C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,24	0,21 ⁽²⁾

Tabla 3. Condiciones interiores de diseño según UNE ISO 7730.

No se consideran zonas adecuadas de climatizar los lugares en los que puedan darse importantes variaciones de temperatura con respecto a la media y pueda haber presencia de corrientes de aire, como son: zonas de tránsito; zonas próximas a puertas de uso frecuente; zonas próximas a cualquier tipo de unidad terminal que impulse aire; zonas próximas a aparatos con fuerte producción de calor...

Estas instalaciones estarán equipadas, por lo menos, con los aparatos de control que permitan la regulación de todas y cada una de las siguientes variables:

- ❖ La temperatura o caudal de cada uno de los fluidos portadores procedentes de las centrales de producción de frío y calor, en función de la demanda térmica.
- ❖ La temperatura o el caudal del fluido de enfriamiento del refrigerante.
- ❖ La temperatura de impulsión de aire o agua o el caudal de aire de cada subsistema, en función de la temperatura ambiente o de la de retorno.
- ❖ La temperatura de impulsión de aire o agua o el caudal de aire de cada unidad terminal, en función de la temperatura ambiente o de la de retorno.

En cuanto al mantenimiento de la calidad del aire en los locales ocupados, se consideraran los criterios de ventilación indicados en la norma UNE 100011, en función del tipo de local y del nivel de contaminación de los ambientes.

La ventilación de los locales se obtendrá por medios mecánicos y los caudales serán los indicados en la Norma UNE 100011. Para evitar infiltraciones de aire exterior, por lo menos en las condiciones normales de presión dinámica del viento, se calculará el nivel de sobre presión necesario de acuerdo con la estanqueidad de los cerramientos exteriores. El aire sobrante será expulsado al exterior.

La ventilación mecánica se adoptará para todo tipo de sistemas de climatización, siendo recomendable también para los demás sistemas a implantar en locales atemperados térmicamente.

El aire exterior será siempre filtrado y tratado térmicamente antes de su introducción en los locales. El análisis de las características físicas del aire del entorno del edificio determinará los tratamientos a que ha de someterse antes de su introducción en los locales. Su grado de contaminación afectará a la selección del sistema de filtrado a emplear y su entalpía a la posible utilización como fuente de energía gratuita.

El aire de ventilación que deberá expulsarse al exterior por medios mecánicos será empleado para el tratamiento térmico, por recuperación de energía, del aire nuevo que se aporte desde el exterior.

Según el RITE, cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que $1 \text{ m}^3/\text{s}$ y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año, se diseñará un sistema de recuperación de la energía térmica del aire expulsado al exterior por medios mecánicos, con una eficiencia mínima del 45%; salvo cuando en la memoria del proyecto se justifique adecuadamente la improcedencia de tal sistema.

La eficacia de los filtros para aire se ensayará según lo indicado en la norma UNE EN 779.

El aislamiento térmico de los cerramientos exteriores de los edificios de nueva planta se obtendrá del proyecto de edificación, que en todo caso debe cumplir lo exigido en la Norma Básica de la Edificación NBE-CT vigente.

En el diseño de instalaciones se deberán tener en cuenta aquellas técnicas o sistemas que garantizan la atenuación de ruidos y vibraciones a los valores especificados a continuación. Se tomarán las medidas adecuadas para que como

consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, en las zonas de normal ocupación de locales habitables, los niveles sonoros en el ambiente interior no sean superiores a los valores máximos admisibles que figuran en la tabla que viene a continuación para cada tipo de local:

Tipo de local	Valores máximos de niveles sonoros en dBA	
	Día	Noche
Administrativo y de oficinas	45	-
Comercial	55	-
Cultural y religioso	40	-
Docente	45	-
Hospitalario	40	30
Ocio	50	-
Residencial	40	30
Vivienda	-	-
Piezas habitables excepto cocina	35	30
Pasillos, aseos y cocinas	40	35
Zonas de acceso común	50	40
Espacios comunes: vestíbulos, pasillos	50	-
Espacios de servicio: aseos, cocinas, lavaderos	55	-

Tabla 4. Máximo niveles admisibles de niveles sonoros para el ambiente interior según norma UNE 100150.

Entendiéndose por día, el periodo comprendido entre las 8 y las 22 horas, excepto zonas sanitarias, que será entre las 8 y 21 horas, el resto de las horas el total de las 24 integraran el periodo de noche.

En las salas de máquinas, donde existan puestos de trabajos fijos, los niveles sonoros deberán de cumplir lo establecido en la legislación vigente. Para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos y las conducciones deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según se indica en la instrucción UNE 100153.

Para el cálculo del consumo energético del edificio a lo largo de una temporada se tendrán en cuenta los datos del año típico del lugar (temperatura seca, húmeda coincidente y radiación solar) o, en su defecto, limitado al cálculo del consumo en régimen de calefacción, los datos de los grados-día de la norma UNE 100002.

La implantación de sistemas centralizados o descentralizados de generación de calor o frío para satisfacer las demandas térmicas de un edificio, deberá seleccionarse con criterios que persigan el mayor rendimiento energético y el menor impacto ambiental por el consumo de energía del conjunto de equipos implicados en satisfacer las mencionadas demandas.

Igualmente, la distribución de calor o frío deberá seleccionarse con criterios que permitan a los usuarios o explotadores del edificio, regular las demandas de las múltiples unidades de consumo en función de horarios o grados de aporte térmico diferentes.

Por último, se consideraran criterios de reducción de costes de mantenimiento y explotación, posibilidad de aprovechamiento de la simultaneidad de funcionamiento de los diferentes subsistemas o zonas, así como la posibilidad de implantar subsistemas de ahorro de energía.

Los locales que no estén normalmente habitados, tales como garajes, trasteros, huecos de escaleras, rellanos de ascensores, cuartos de servicio (contadores, limpieza, etc.) salas de máquinas y locales similares no deben climatizarse, salvo cuando se empleen fuentes de energía renovables o gratuitas o, cuando se produzca un consumo de energía convencional y quede justificado su tratamiento en la memoria del proyecto. Para cuando los locales estén desocupados, deberá preverse un dispositivo automático para mantener la compuerta de aire exterior mínimo cerrada, tanto en los periodos de parada como puesta en marcha de un subsistema.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado (para lo cual se seguirán las recomendaciones del fabricante) y del tipo de circuito (caudal constante o variable). Se procurará que el dimensionado y la disposición de las tuberías de una red de distribución se realice de tal forma que la diferencia entre los valores extremos de las presiones diferenciales en las acometidas de las distintas unidades terminales no sea mayor que el 15% del valor medio. Los sistemas de expansión de las redes se calcularán de acuerdo con la instrucción UNE 100155.

Durante la fase de diseño de una red de un fluido portador (tuberías y accesorios), se procurará conseguir un equilibrado hidráulico de los circuitos.

Se aconseja situar la tubería, preferiblemente, en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas, especialmente en sus tramos principales, y de sus accesorios, válvulas, instrumentos de regulación y medida y, en su caso, del aislamiento térmico. Para prevenir los efectos de golpes de ariete, provocados por la rápida apertura o cierre de elementos tales como las válvulas de cierre rápido o la puesta en marcha de las bombas, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provocan. En diámetros mayores que 40mm. se evitará el empleo de válvulas de retención del tipo de clapeta. En diámetros mayores que 150mm. las válvulas de retención se sustituirán por válvulas de mariposa motorizadas con acción todo-nada y tiempo de actuación lento.

El cálculo de las redes de distribución de aire (redes de conductos) se realizará por medio de cualquiera de los métodos que en buena práctica se conocen, evitando, en lo posible, el empleo de compuertas u otros dispositivos de equilibrado. Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo. Debe instalarse una abertura de acceso o una sección de conductos

desmontable adyacente a cada elemento que necesite operaciones de mantenimiento o puesta a punto, tal como compuertas corta-fuegos o corta-humos, detectores de humos, baterías de tratamiento de aire, etc.

Los espesores de los revestimientos para el aislamiento térmico de los aparatos los equipos y las conducciones deben cumplir las exigencias establecidas. Las características de los materiales usados para el aislamiento térmico y como barrera contra el vapor y su colocación deben cumplir con lo especificado en la instrucción UNE 100171. Los materiales utilizados para el revestimiento interior de los conductos de chapa, sus espesores y su colocación deben cumplir con lo especificado en UNE 100172.

Los conductos de chapa metálica cumplirán las Normas UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103. En particular, prescripciones de conductos de fibra UNE 100105. Los equipos y aparatos que estén aislados por el fabricante cumplirán la normativa específica existente al respecto.

Las salas de máquinas se diseñaran de forma que se satisfagan unos requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en todo caso se faciliten las operaciones de mantenimiento y conducción. En especial se tendrá en cuenta la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios. Se estará a lo dispuesto en UNE 100020 en los aspectos relativos a ventilación, nivel de iluminación, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, separación entre máquinas para facilitar su mantenimiento así como en lo concerniente a la adecuada protección frente a la humedad exterior y la previsión de un eficaz sistema de desagüe.

3.2.1 Otras Normativas de aplicación

Cuando se proyecta una instalación de climatización se tiene que considerar toda la normativa legal vigente. Dicha normativa se compone de:

- Código Técnico de la Edificación:
- Documento Básico HE.
- Documento Básico HR.
- Documento Básico SI.
- Reglamento de aparatos a presión. RAP.
- Reglamento de Instalaciones de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria en IT.IC.
- Norma Básica de la Edificación sobre condiciones acústicas en los edificios. NBE-CA-88.
- Norma Básica NBE/CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, de la Presidencia del Gobierno. (BOE 22.10.79).

- Norma Básica de la Edificación sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios. NBE-CPI-91.
- Normativa UNE de aplicación. Nombradas en párrafos anteriores.
- Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el trabajo.
- Normas tecnológicas de la Edificación.
- Normas básicas de las instalaciones interiores de suministro de agua. Ministerio de industria y energía NIA.
- Especificaciones técnicas de los poliestirenos expandidos utilizados como aislamientos térmicos. Real Decreto 2709/1985, de 27 de diciembre. (BOE 15.03.86).
- Especificaciones técnicas de los productos de fibra de vidrio utilizados como aislamiento térmico. Real Decreto 1637/1986, de 13 de junio, del Ministerio de Industria y Energía. (BOE 05.08.86/BOE 27.10.86).
- Normas para utilización de las espumas de urea-formol, como aislantes en edificación. Orden de 8 de mayo de 1984, de la Presidencia del Gobierno. (BOE 11.05.84 / BOE 03.07.84).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por R.D. 842/2002 de 2 de Agosto.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. (BOE 06/12/77).
- Orden de 04/11/92, por la que se modifica la ITC MI-IF 005. del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. (BOE no 276 de 17/11/92).
- Real Decreto 1027/2007, de 29 de febrero de 2008 que aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (RITE BOE 29_08_2007).
- Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de aparatos a presión. Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, del Ministerio de Industria y Energía. (BOE 29.05.79 / BOE 28.06.79).
- Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios". Real Decreto 2177/1996, de 4 de Octubre. (BOE no 261 de 29/10/96).
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de Octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. (BOE no 263 de 02/11/89).

- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE no 97 de 23/04/97).

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Por último, nombraremos las tablas normalizadas en las que nos hemos basado en este proyecto:

- ❖ IDAE- Instituto de Diversificación y Ahorro Energético
- ❖ ASHRAE: Arts and Sciences of Heating, Ventilation, Air-conditioning and Refrigeration.

Estas asociaciones participan fuertemente en Estándares, Normas e información Técnica en el campo del Aire Acondicionado, Extracción, Ventilación, Refrigeración.

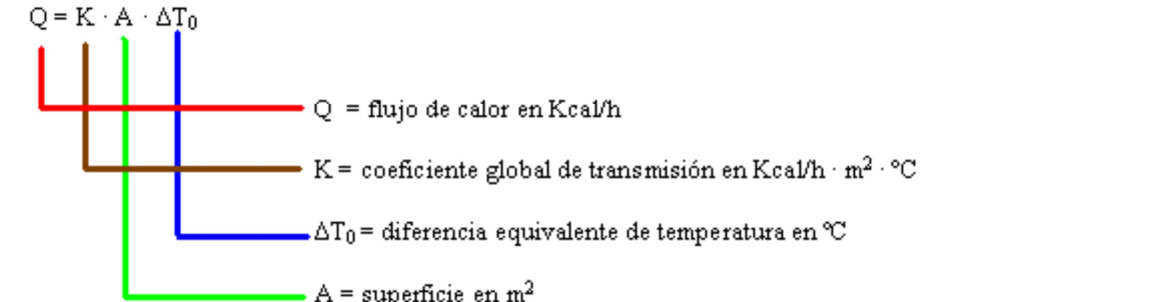


4. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA: EVALUACIÓN DE LAS CARGA TÉRMICAS

4.1. CARGAS TÉRMICAS

4.1.1. Concepto de carga térmica (Invierno/verano)

Se define la carga térmica como la transferencia de calor (en términos de energía) que tiene lugar entre dos recintos que están a diferente temperatura y que tienen como separación un cerramiento. El calor fluye siempre desde el recinto de más temperatura al de menos, y la cantidad de energía que se transfiere depende de los materiales que está compuesto el cerramiento. La expresión siguiente es muy sencilla y explica este fenómeno:


$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T_0$$

Q = flujo de calor en Kcal/h
 K = coeficiente global de transmisión en Kcal/h · m² · °C
 ΔT_0 = diferencia equivalente de temperatura en °C
 A = superficie en m²

Figura 2. Ecuación general de transferencia de calor.

Se ha recurrido al concepto *diferencia equivalente de temperaturas* (°C), definida como la diferencia entre las temperaturas de aire interior y exterior que resulta del flujo calorífico total a través de la estructura originado por la radiación solar variable y la temperatura exterior. Esta diferencia equivalente de temperatura a través de la estructura debe tener en cuenta los diferentes tipos de construcción y orientaciones, situación del edificio (latitud) y las condiciones de proyecto.

La A es la superficie en metros cuadrados del cerramiento, que se conoce (planos) o se determina mediante medición directa en el local.

El coeficiente global de transmisión K , expresado en kcal/h·m²·°C, indica la cantidad de calor intercambiada en una hora a través de una pared, por m² de superficie y por °C de diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras interior y exterior. Se calcula conociendo los componentes de los cerramientos, según la descripción del edificio.

La inversa de K representa la resistencia global ofrecida al paso del calor y es igual a la suma de las resistencias parciales ofrecidas por los distintos materiales que componen la pared, aumentada en las resistencias superficiales.

Se puede admitir, sin error importante, que los coeficientes de transmisión son los mismos en verano que en invierno.

La pérdida de calor a través de la construcción exterior (paredes y tejados) se calcula inmediatamente a la hora de máximo flujo térmico, el cuál tiene lugar de madrugada, después de algunas horas de temperaturas exteriores muy bajas. Entonces las conducciones de flujo térmico se aproximan a las de régimen estacionario y en la práctica se puede considerar como tal.

El flujo térmico a través de la construcción interior (suelos, techos y tabiques) está originado por la diferencia de temperatura del aire a ambos lados de la estructura, diferencia que es sustancialmente constante y por tanto, el flujo térmico se puede determinar por las ecuaciones correspondientes al estado estacionario, utilizando las temperaturas reales existentes en ambos lados.

Las cargas térmicas de un local se dividen en dos, las **externas** y las **internas**. Las externas son producidas por el ambiente exterior (a diferente temperatura y humedad) y las internas son las que generan los usuarios y equipamientos del local.

La función principal del acondicionamiento del aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. Los principios del aire acondicionado se basan en transporte de calor de un punto a otro, y el medio generalmente usado para este movimiento de calor es el refrigerante.

La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva; el tipo de control a utilizar dependerá de las condiciones que deben mantenerse durante las cargas máxima y parcial. Generalmente, es irrealizable medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo de dichas cargas. Antes de hacer la estimación es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de evaluación de las componentes de la carga. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local, y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías.

La *Ganancia de Calor* es la cantidad instantánea de calor (en términos de potencia) que entra o sale del espacio a acondicionar. *Carga real efectiva* es, por definición, la cantidad instantánea de calor añadida o eliminada por el equipo. La ganancia instantánea y la carga real rara vez serán iguales debido a la inercia térmica o efecto de almacenamiento o acumulación de calor en las estructuras del edificio que rodean el espacio acondicionado, o mobiliarios o equipamientos interiores.

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración y de calefacción es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Es indispensable en la estimación que el estudio sea completo y preciso, no debiendo subestimarse su importancia. Forman parte de este estudio los planos de detalles mecánicos y arquitectónicos, croquis sobre el terreno...

4.1.2. Condiciones de confort

Todo acondicionamiento de aire es un proceso a seguir para tratar dicho aire a fin de conseguir un grado de confort en las personas que ocuparán el recinto acondicionado. Esta sensación de confortabilidad es muy variable:

TIPO DE LOCAL	Máx confort	Normal	Minimo confort
Viviendas, locales	23°C; 60%	25°C; 60%	26°C; 65%
Oficinas y despachos	23°C; 60%	25°C; 60%	26°C; 65%
Bailes, salas de fiestas	23°C; 60%	24°C; 60%	25°C; 60%
Tiendas, bancos, bares, previstos para estancia de 15-40 min.	25°C; 60%	26°C; 50-60%	27°C; 50-60%
Cines y teatros	24°C; 60%	25°C; 60%	27°C; 60%
Restaurantes	24°C; 60%	25°C; 60%	26°C; 65%
Temperaturas interiores nocturnas	22°C; 60%	23°C; 60%	23,5°C; 60%

Figura 3. Temperaturas de confort para diferentes tipos de locales

La *American Society an Air Aconditioning Engineers*, al principio de la década de los veinte, comenzó el estudio e investigación con millares de personas de distintas localidades de Estado Unidos, sobre la condición ideal de lo que es confortable, en un intento de relacionar estadísticamente los factores temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire con los distintos grados de sensación de confortabilidad de esas personas, dando como resultado una zona dentro del diagrama psicrométrico, que John Sheppard define como Zona de Confort.

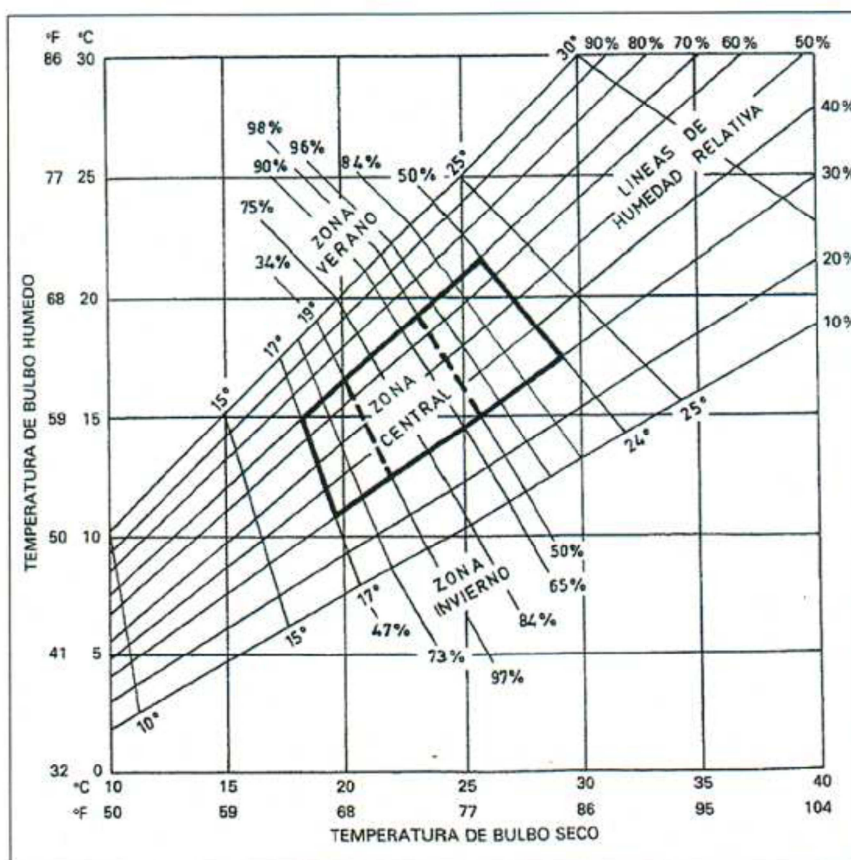


Figura 4. Diagrama de confort para aire acondicionado (Sheppard, J.)

Dentro de la zona de confort, la mitad de los asistentes se encontraban confortables. En la actualidad, este ábaco de confort sirve de guía al proyectista de

aire acondicionado a la hora de fijar unas condiciones interiores en el local, puesto que la reacción de los seres humanos será diferente ante las mismas condiciones siendo difícil por parte del técnico encontrar ese punto agradable a todo el mundo.

4.1.3 Ganancias y pérdidas de calor instantáneas

El acondicionamiento lleva implícito el suministrar o extraer el calor del aire, por lo tanto, nos interesa conocer cómo se gana o pierde ese calor del recinto a estudiar. El calor fluye del cuerpo de mayor al de menor temperatura. Se transmite en la naturaleza de las siguientes formas: conducción, convección y radiación.

Por lo tanto, se deben efectuar aquellos cálculos para saber que ganancias o pérdidas se tienen debido a estas transferencias de calor en el local. Hay un calor que es transmitido desde el exterior hacia el interior del local, y otro producido dentro.

Procedente del exterior: calor recibido a través de paredes, techos, suelos y ventanas; calor procedente del aire de ventilación o que se infiltra.

Producido en el interior: personas que lo ocupan, la iluminación, aparatos eléctricos, de gas o vapor que pueden producir calor y otros factores o elementos que pueden aportar calor (como tuberías de agua caliente).

Datos de partida:

1. Planos del local
2. Situación, latitud, altura, tipo de atmosfera (industria, clara, etc.)
3. Tipo de instalación deseada
4. Tipo de construcción, sección de paredes, suelos techos
5. Tipos y características de cerramientos: ventanas, puertas, claraboyas, etc.
6. Uso del local. Temperatura y humedad en invierno y en verano
7. Condiciones interiores de los locales contiguos
8. Densidad de personas por metro cuadrado o número exacto
9. Maquinaria instalada y horarios de funcionamiento
10. Iluminación instalada y horario de funcionamiento
11. Otros aparatos como estufa, hornos... y sus características
12. Fuentes de carga latentes como baños, duchas, depósitos y su temperatura
13. Horarios de funcionamiento del local
14. Condiciones exteriores de base: temperatura y humedad en invierno y verano
15. Grado de tolerancia para la temperatura y humedad interiores
16. Tipo de combustible deseado en caso de calefacción
17. Medio disponible para refrigeración del condensador: agua o aire
18. Características de la energía eléctrica, tensión
19. Dimensiones situación de la sala de máquinas
20. Renovaciones de aire
21. Otras observaciones: sombras de otros edificios, uso de persianas o parasoles, color de las cortinas, velocidad del aire en la localidad y dirección más frecuente, etc.

Con todos estos datos, se procederá al cálculo de las aportaciones y pérdidas de calor a compensar. El método de cálculo empleado para la estimación de cargas térmicas del edificio que nos ocupa, es el Método de las Funciones de Transferencia de ASHRAE.

Está basado en una idea conocida como "Respuesta al Factor de Origen" (como una ganancia de calor se convierte en una carga térmica a lo largo del tiempo).

Se tiene en cuenta tres principios fundamentales:

- *Principio de Superposición:* la carga total es igual a la suma de las cargas calculadas por separado para cada ganancia de calor.
- *Principio de Linealidad:* la magnitud de la respuesta térmica a una ganancia de calor, varía linealmente con el tamaño de la ganancia.
- *Principio de invariabilidad:* dos ganancias de calor de igual tamaño que ocurren a diferentes horas, producirán respuestas térmicas similares en una habitación determinada.

En el método de las Funciones de Transferencia, hay una relación matemática empleada en el cálculo rápido para cada hora, tal como sigue:

$$Q_o = V_o \cdot q_o + V_1 \cdot q_1 + V_2 \cdot q_2 - W_1 \cdot Q_1 - W_2 \cdot Q_2$$

Siendo:

Q: Representa a una carga térmica. El subíndice "0" indica que es la hora en curso para la que se está realizando el cálculo, el "1" indica que se trata de una hora antes y el "2", dos horas antes.

q: Representa una ganancia térmica.

V_o, V_1, V_2, W_1, W_2 : Son los coeficientes de la Función de Transferencia.

Los valores de los coeficientes anteriores, varían para cada tipo de ganancia de calor y habitación debido a los diferentes procesos de transferencia de calor que se producen al convertir cada clase de ganancia térmica en una carga real de la habitación. ASHRAE ha publicado tablas de estos coeficientes para diferentes componentes de ganancias térmicas, para diferentes habitaciones tipo y para edificios con diferentes pesos.

Para el cálculo por el método de Funciones de Transferencia, se procede en dos etapas:

- Se computan los componentes de ganancia de calor para una serie de horas.
- Los anteriores componentes se usan en la ecuación de funciones de transferencia de la habitación para obtener los resultados de las cargas térmicas reales.

Así se van definiendo los diferentes procedimientos de cálculo para muros y cubiertas; ventanas y cristaleras; suelos sobre o bajo terreno; particiones y puertas; luces artificiales y equipo eléctrico diverso; ocupantes, infiltraciones, etc.

En la actualidad hay programas de cálculo por ordenador con los que se pueden efectuar cálculos de estimación de cargas por el método de las Funciones de Transferencia.

En el presente proyecto se ha utilizado el programa de cálculo de Carrier Corporation basado en este método de cálculo denominado HAP (Hourly Analysis Program versión 4.60).



Hourly Analysis Program (HAP)

4.1.4 Calor latente y diagrama psicrométrico. Definiciones

El diagrama que se representa es un ábaco psicrométrico para temperaturas normales (el rango habitual en la práctica del acondicionamiento) y para la presión atmosférica normal, 101325 Pa.

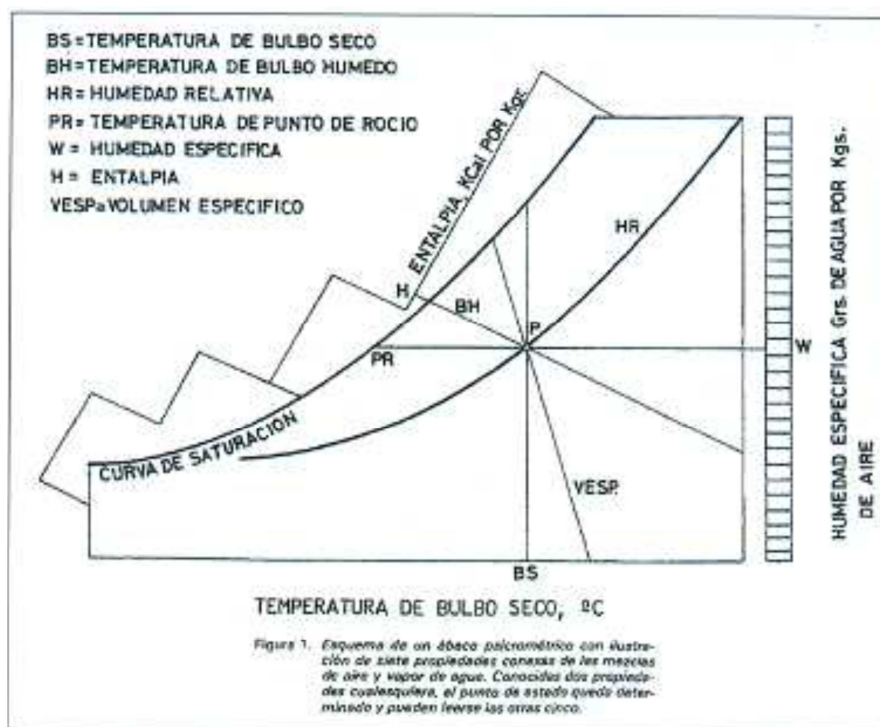


Figura 5. Diagrama psicrométrico

Es útil repasar ahora las definiciones de algunos de los términos utilizados en la relación con el ábaco.

Temperatura de bulbo seco (BS): temperatura del aire leída en un termómetro común. Las temperaturas de bulbo seco se representan como las líneas verticales que tienen su origen en la escala de temperaturas de bulbo seco (eje horizontal).

Temperatura de bulbo húmedo (BH): es la temperatura leída en un termómetro cuyo bulbo está cubierto por una mecha empapada de agua. Las temperaturas de bulbo húmedo se representan por rectas que se originan en la línea de saturación y caen hacia abajo y la derecha.

Temperatura de rocío (PR): temperatura del aire en la condición de saturación o la temperatura a la que el aire debe ser enfriado para que comience la condensación. Las temperaturas de punto de rocío están representadas por puntos de la línea de saturación. En saturación el punto de rocío tiene el mismo valor que la temperatura de bulbo húmedo y que la de bulbo seco.

Humedad específica (W): contenido real de agua en la atmósfera, en gramos de vapor de agua por kilogramo de aire seco.

Humedad Relativa (HR): es la relación de la presión de vapor de agua en el aire a la presión del vapor saturado a la misma temperatura.

4.2. CONDICIONES DE DISEÑO

4.2.1 Condiciones Interiores

Se denominan ganancias interiores las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados, emitidas por los ocupantes, el alumbrado, aparatos diversos, motores, tuberías, etc.

Las condiciones interiores son las dadas en la Norma UNE 100-013-85. Para el invierno: Temperatura = 22°C y para el verano: Temperatura = 25°C; Ambas con una humedad relativa del 50%.

Los valores anteriores deben mantenerse en la zona ocupada, definida según se indica en la siguiente tabla, para mantener dentro del espacio las condiciones de confort adecuadas:

Distancia desde la superficie interior del elemento (cm)	
Pared exterior con ventanas o puertas	100
Pared exterior con ventanas o puertas y pared interior	50
Suelo límite inferior	10
Suelo límite superior sentado	130
Suelo límite superior de pie	200

Figura 6. Distancia del elemento de difusión en función de la superficie. UNE 100-013-85

- Tolerancias sobre temperaturas y humedades: $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 5\%$ HR.
- Niveles de ventilación mecánica o infiltraciones: 2 l/seg/m².
- 45 dbA por el día.

4.2.1.1 Horarios de funcionamiento

Es muy importante saber si el sistema debe funcionar cada día laborable durante la temporada de refrigeración o calefacción o solamente en ocasiones, como ocurre en las iglesias y salas de baile. Si el funcionamiento es intermitente hay que determinar el tiempo disponible para la refrigeración previa o pre-enfriamiento.

Se ha elegido un horario de funcionamiento de las instalaciones del edificio objeto de estudio de 7:00 a 20:00 horas. Las instalaciones se usarán en horario de 8 de la mañana a 8 de la noche, por lo que se usará una hora antes de su apertura como tiempo de pre-enfriamiento (verano) o pre-calentamiento (invierno).

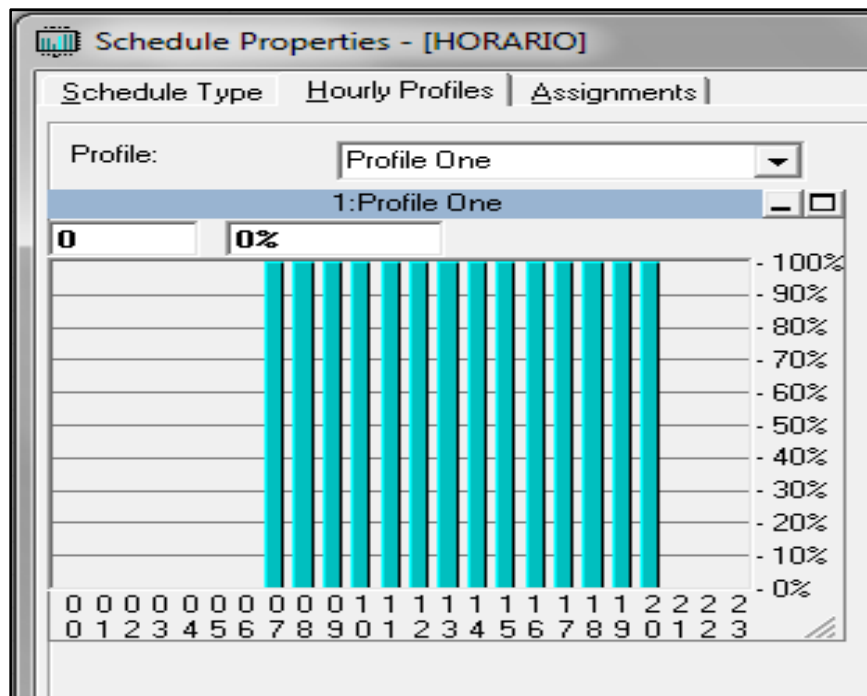


Figura 7. Horario de ocupación del edificio

4.2.1.2 Ocupación

Las aportaciones caloríficas que se dan en el interior del edificio debido a la ocupación, depende del grado de actividad y de las condiciones climatológicas del edificio donde se realiza el acondicionamiento.

El cuerpo humano, en razón de su metabolismo, genera calor en su interior y lo cede por radiación, convección y evaporación desde su superficie, y por convección y evaporación a través del sistema respiratorio. La cantidad de calor generado y disipado depende de la temperatura ambiente y del grado de actividad de la persona. La intensidad de los intercambios por radiación y convección depende de las diferencias de temperatura, y la temperatura de la epidermis depende a su vez del flujo sanguíneo.

Las aportaciones caloríficas que se dan en el interior del edificio debido a la ocupación dependen del grado de actividad y del uso que se vaya a hacer de la zona, así como de la disponibilidad existente para ello.

- **Sensible:** es debido a la diferencia de temperatura entre el cuerpo humano y el exterior, sin variar la humedad específica. Este calor es el que proporciona la sensación térmica de frío o calor de una sustancia; puede ser medido mediante un termómetro. Este es el que se utiliza para el cálculo de cargas real (con esta potencia se eligen las máquinas), ya que es una carga que proporciona la magnitud de la potencia requerida por los equipos para la climatización de las zonas.
- **Latente:** es la cantidad de calor absorbida o cedida por una sustancia para cambiar su estado de aglomeración sin variar su temperatura. Es una propiedad de cada sustancia. Depende del valor de la presión.

Por otra parte la ganancia debida a los ocupantes, cuando se tiene una temperatura seca del local de 24°C y cuyos ocupantes tienen una actividad de descanso:

- Sensible: 67,4 W/persona
- Latente: 35,2 W/persona

Frente a por ejemplo, en oficinas con una actividad más elevada:

- Sensible: 71,8 W/persona
- Latente: 60,1 W/persona

O en oficinas desarrollando un trabajo sedentario:

- Sensible: 82,1 W/persona
- Latente: 79,1 W/persona

4.2.1.3 Iluminación

Los elementos de iluminación convierten la energía eléctrica en calor y en luz. Una parte es calor radiante y se almacena también parcialmente. El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local, pudiendo también producirse estratificación.

Las lámparas de incandescencia transforman en luz un 10% de la energía absorbida, mientras que el resto se transforma en calor que se disipa por radiación, convección y conducción. Un 80% de la potencia absorbida se disipa por radiación y el 10 % restante por convección y conducción.

Los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida en luz, mientras que otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes que rodean el local, y el resto por conducción y convección.

4.2.1.4 Equipos

La mayor parte de los aparatos son, a la vez, fuente de calor sensible y latente. Los aparatos eléctricos sólo emiten calor latente en función de su utilización. Las tuberías de agua caliente o de vapor que pasan por el espacio acondicionado, lo

mismo que los depósitos de agua caliente, aportan calor. En este proyecto no se van a tener este tipo de cargas.

En este proyecto, no se conocen a priori que utensilios se van a usar, así que se ha hecho una estimación para cada zona. Se han considerado en cada sala, el uso de ordenadores, teléfonos, fax, e incluso impresoras, dependiendo del uso predefinido para cada sala.

4.2.2 Condiciones Exteriores

4.2.2.1 Descripción General del Edificio

Las ganancias de calor por las paredes exteriores (muros y techumbres) se calculan a la hora de máximo flujo térmico, y se deben, no solo a la diferencia entre la temperatura del aire que baña sus caras exteriores e interiores, sino también al calor solar absorbido por las exteriores. La insolación y la diferencia de la temperatura exterior y la interior son esencialmente variables en el transcurso del día, por lo que la intensidad del flujo a través de la estructura exterior es inestable. Por eso se recurre al concepto de diferencia equivalente de temperaturas, anteriormente mencionado.

A) VENTANAS

Otro de los factores a tener en cuenta es el tipo de ventanas del edificio y los diferentes cerramientos del mismo.

La ganancia de calor a través de un vidrio ordinario depende de su situación geográfica, del instante considerado (hora, mes) y, finalmente, de su orientación. La componente de radiación directa origina ganancia de calor en el espacio acondicionado solo cuando la ventana es atravesada por los rayos solares, mientras que la componente de radiación difusa origina ganancia de calor cualquiera que sea la posición de la ventana en relación con el sol.

El cristal ordinario absorbe una débil proporción de la radiación solar (5% al 6%) y refleja o transmite el resto. La magnitud de calor reflejada y transmitida depende del ángulo de incidencia (ángulo formado por la normal del cristal con la dirección de los rayos del sol). Cuando aumenta éste, también lo hace el calor reflejado y disminuye el transmitido más de un 40% aproximadamente del calor absorbido por el cristal.

Los cristales especiales absorben una fracción más importante de la radiación solar, porque son más gruesos y porque pueden estar tratados con el objeto de aumentar su coeficiente de absorción (cristal atérmico o similar).

Estos cristales disminuyen las ganancias por insolación directa, pero aumentan la ganancia por convección, ya que han absorbido mayor cantidad de calor. En general, tienen un coeficiente de reflexión ligeramente más bajo que el del cristal ordinario, puesto que absorben una parte del calor reflejado por su cara interna. Su utilización se traduce, a pesar de ello, en una disminución de las ganancias por insolación.

B) CERRAMIENTOS

Los diferentes coeficientes de transmisión por unidad de superficie de los diferentes cerramientos que componen el edificio son:

- Cubierta: $0,385 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
- Muro exterior: $0,864 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
- Cristal: de $3,077 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (dependiendo de las ventanas).

El muro exterior y cubierta tienen un peso medio de $244,3$ y 536 kg/m^2 respectivamente.

Otros valores típicos de coeficientes de transmisión en caso de no conocer la composición de los cerramientos ($\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) son:

Muro exterior no aislado: $K = 1,30$

Muro exterior aislado: $K = 0,60$

Ventana de cristal simple: $K = 5$

Ventana de cristal doble: $K = 3,5$

Cubierta plana aislada: $K = 0,7$

4.2.2.2 Sombras

No se han considerado en el cálculo en el presente proyecto las proyecciones de las sombras de los edificios adyacentes. El edificio está aislado en la parcela sin interposición de ningún edificio.

4.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

4.3.1 Condiciones Interiores de cálculo

Las condiciones climáticas interiores se han obtenido de las tablas del Manual de Aire Acondicionado Carrier. Dichas tablas se han obtenido a través de la experiencia y son las siguientes:

- Las condiciones interiores de cálculo para invierno son las siguientes:

Temperatura seca 22°C

Humedad relativa 50%

- Las condiciones interiores de cálculo para verano son las siguientes:

Temperatura seca 25°C

Temperatura húmeda 17°C

Humedad relativa 50%

Contenido de vapor 9,5 g/kg.

En la figura siguiente quedan reflejados los parámetros a tener en cuenta para el cálculo de la carga: número de personas, carga latente y sensible de cada una de ellas y el horario que se tiene en cuenta para dicho cálculo de carga. También se especifican las cargas eléctricas y las correspondientes a equipos eléctricos:

The screenshot shows the 'Space Properties - [DESPACHO TR]' dialog box. The 'Internals' tab is active. The 'Overhead Lighting' section has 'Fixture Type' set to 'Recessed, unvented', 'Wattage' at '20,00 W/m²', 'Ballast Multiplier' at '1,00', and 'Schedule' set to 'HORARIO'. The 'Task Lighting' section has 'Wattage' at '0,00 W/m²' and 'Schedule' set to '(none)'. The 'Electrical Equipment' section has 'Wattage' at '15,00 W/m²' and 'Schedule' set to 'HORARIO'. The 'People' section has 'Occupancy' at '10,0 People', 'Activity Level' set to 'Sedentary Work', 'Sensible' load at '82,1 W/person', 'Latent' load at '79,1 W/person', and 'Schedule' set to 'HORARIO'. The 'Miscellaneous Loads' section has 'Sensible' and 'Latent' loads both at '0 W' and 'Schedule' set to '(none)'. Buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Help' are at the bottom.

Figura 8. Propiedades del espacio: Despacho TR

4.3.2 Condiciones Exteriores de cálculo

El edificio a climatizar se encuentra en la ciudad de Vitoria situada a 42° 51' latitud Norte. Su altitud es de 520 m sobre el nivel del mar. Allí nos encontramos con las siguientes condiciones climáticas exteriores, las cuales se han tomado de las tablas del Manual de Aire Acondicionado de Carrier.

Las condiciones exteriores de cálculo para climatización son las siguientes:

Latitud 42° 51' N 2° 41' W

Altitud sobre el nivel del mar: 520 m

Temperatura de bulbo seco para calefacción: -3.9°C

Temperatura de bulbo seco para refrigeración: 26.1°C

Los datos climáticos son los datos de la Norma UNE 100-001-85.

Weather Properties - [Vitoria]

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

Region: Europe
 Location: Spain
 City: Vitoria
 Latitude: 42.9 deg
 Longitude: 2.7 deg
 Elevation: 520.0 m
 Summer Design DB: 26.1 °C
 Summer Coincident WB: 22.2 °C
 Summer Daily Range: 12.8 °K
 Winter Design DB: -3.9 °C
 Winter Coincident WB: -6.3 °C
 Atmospheric Clearness Number: 1.00
 Average Ground Reflectance: 0.20
 Soil Conductivity: 1.385 W/m/K
 Design Clg Calculation Months: Jan to Dec
 Time Zone (GMT +/-): -1.0 hours
 Daylight Savings Time: ☐ Yes ☒ No
 DST Begins: Apr 1
 DST Ends: Oct 31
 Data Source: 1993 Carrier Interclisa(Spain)

OK Cancel Help

Figura 9. Propiedades climatológicas de Vitoria

4.3.3 Ventilación

El objetivo de la ventilación es mantener el aire de un recinto en unas condiciones de temperatura, humedad, presión, velocidad y grado de contaminación adecuados para salvaguardar la salud y el bienestar de las personas (UNE 100-011-9). No forma parte de la climatización propiamente dicha, pero ayuda a mantener en el ambiente el confort que se busca. Se pueden resaltar dos tipos de ventilación:

1. Ventilación general: sustituye la totalidad del aire interior de un recinto.
2. Ventilación localizada: capta el contaminante lo más próximo posible a su punto de producción.

El caudal de aire aplicable a cada instalación de ventilación es función de:

- Tipo de local.
- Normativa aplicable.
- Tabla de no renovaciones/hora
- Instalación de captación.

El RITE fija las cantidades de aire mínimas, ya sea en función del número de personas o de la superficie para algunos tipos de locales y son de obligado cumplimiento (ambientes no industriales).

Se podría definir la ventilación como el caudal de aire exterior necesario para renovar continuamente el aire del local para así poder eliminar los olores y el ambiente

cargado. Es un caudal que juega un papel importante en las zonas comunes como pasillos y salón de actos. Siendo, sin embargo, menos importante en zonas con entradas grandes a la calle, ya que cuentan con la posibilidad de apertura de puerta y ventanas.

En este proyecto se han incluido unas unidades llamadas recuperadores de calor todo aire a los sistemas de VRV, que pueden funcionar como ventiladores o como renovadores de aire filtrándolo del ambiente.

La serie consta de 9 modelos con un caudal de aire de 500 a 6.000 m³/h, especialmente adecuadas para instalación en falso techo y que pueden ser canalizadas adecuadamente permitiendo la aspiración y retorno directos a la habitación. Se compone de un chasis robusto totalmente desmontable, con esquinas de poliamida que le confieren gran resistencia y una elevada estanqueidad con panel tipo sándwich y aislamiento de lana de roca, densidad 40 Kg/m² CLASE M1 espesor medio 25 mm. Poseen las siguientes características:

- Control individual o integrado en el sistema.
- Ventilación con aire exterior, una condición solicitada cada vez más para las estancias interiores sin ventanas.
- Cambian la temperatura y humedad del aire nuevo en la renovación.
- Ayudan a prevenir el síndrome del edificio enfermo.
- Recuperan 20-50% de la energía perdida por ventilación.
- Mejora de la eficiencia energética.
- Recuperación de hasta 75% del calor de aire evacuado.
- Opción recuperación o by-pass.

Las unidades de ventilación todo aire se integran en el sistema de aire acondicionado, mediante conductos de chapa en la parte posterior de las evaporadoras. Para ello se tiene que tener en cuenta que se puede introducir hasta un 30% del caudal que admite la evaporadora. Los recuperadores tienen que retornar un 100% del caudal que impulsan al local, por rejilla, para renovar el aire viciado, al igual que tienen que tomar aire del ambiente (el que impulsan al local) y expulsar el viciado (el que toman del local) por rejillas de intemperie colocadas en el exterior.

Cuando estas unidades se integran en un sistema de calefacción y ventilación, disminuye el tamaño total del sistema de climatización necesario y regenera parte de la energía utilizada para climatizar la estancia. Utilizando el aire impulsado para preacondicionar el aire de entrada y reducir considerablemente la carga de refrigeración o de calefacción a que se somete el sistema.

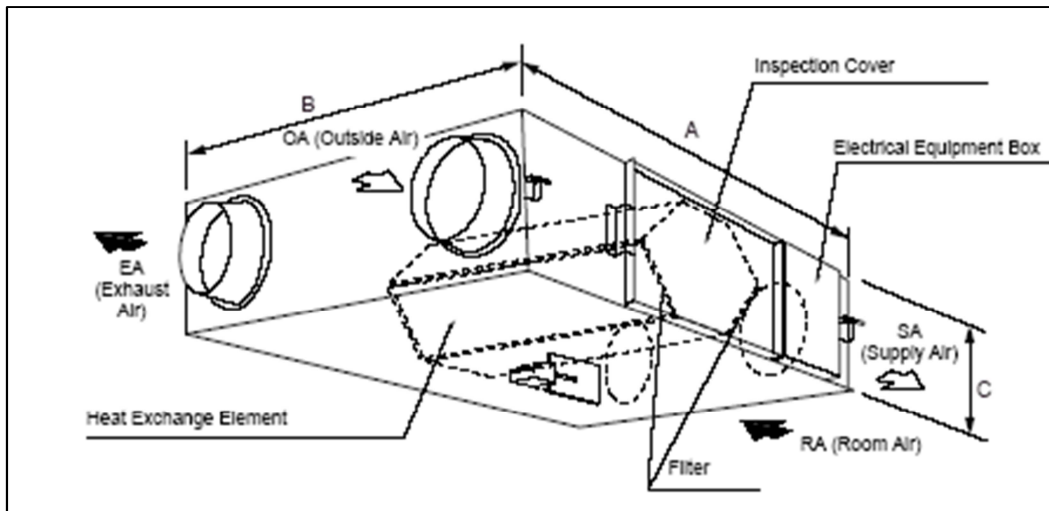


Figura 10. Esquema recuperador de calor Toshiba

4.3.4 Infiltraciones

Las infiltraciones constituyen con frecuencia un origen importante de ganancias o pérdidas de calor. El caudal de aire de infiltración varía según la estanqueidad de las puertas y ventanas, la porosidad de las paredes del edificio, su altura, escaleras, ascensores, dirección y velocidad del viento, y caudales relativos de aire de ventilación y de extracción.

En general, las infiltraciones se deben sobre todo a la velocidad del viento, al efecto chimenea o a la simultaneidad de ambos efectos:

I. Velocidad de viento: la acción del viento se traduce en una sobrepresión en la fachada expuesta a él, y en una ligera depresión en el lado contrario del edificio. Esta sobrepresión hace que el aire exterior se infiltre en el local por los resquicios o rendijas de la construcción y los intersticios de puertas y ventanas, penetrando por la fachada expuesta y saliendo por el lado contrario.

II. Diferencia de densidad o efecto chimenea: las diferencias de temperatura y humedad producen diferencias de densidad entre el aire exterior y el interior. En los edificios altos estas diferencias de densidad producen los efectos de infiltración y exfiltración o evacuación siguientes:

- a. Verano: infiltraciones por la parte superior y evacuación por la inferior.
- b. Invierno: infiltraciones por la parte inferior y evacuaciones por la superior.

Se ha intentado crear sobrepresión en el sistema expuesto para que este tipo fenómeno no se produjese en el presente proyecto. Excepto en las zonas con puertas, tipo entrada, en cuya situación es continuo el paso de personas, no se ha tenido en cuenta las infiltraciones.

4.3.5 Resumen de Cargas Térmicas Total y Sensible

Nombre de la zona	Carga total (kW)	Carga sensible (kW)	Temperatura entrada	Temperatura salida	Pico de carga
			DB / WB (°C)	DB / WB (°C)	
DIRECCION	4,1	2,5	24,4 / 19,8	15,3 / 14,9	Jun 1700
SECRETARIA	1,5	1,1	24,7 / 18,7	14,9 / 14,3	Jun 1500
CONSEJO TERRITORIAL	4,4	2,5	25,4 / 20,4	15,0 / 14,6	Jul 1500
DESPACHO SINDICAL	2,0	1,3	25,0 / 19,8	16,0 / 15,5	Aug 1500
ESPECIALISTA	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	Jun 1500
MEDICO	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	Jun 1500
SALA DE CURAS	1,5	1,1	24,7 / 18,8	14,9 / 14,4	Jun 1500
PASILLO	5,4	4,2	24,5 / 18,6	15,0 / 14,5	Jun 1500
TAQUILLAS	3,3	2,2	24,7 / 19,3	15,0 / 14,5	Jun 1600
SALON DE ACTOS	22,1	11,5	25,4 / 21,0	15,1 / 14,8	Jul 1600
DISTRIBUIDOR ENTRADA	4,3	3,3	24,5 / 18,6	15,0 / 14,5	Jul 1600
DESPACHO TR	5,5	4,1	24,2 / 19,1	16,0 / 15,5	Aug 1200
DESP.ASIST.SOCIAL	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	Jun 1500
PASILLO AULAS	2,5	2,0	24,6 / 18,6	15,2 / 14,6	Jun 1600
SALA NUEVA	0,6	0,4	24,7 / 19,9	15,6 / 15,1	Jun 1600
SALA DEL MAYOR	6,3	4,7	24,8 / 18,9	15,2 / 14,6	Aug 1500
TOTAL	69,5	44,8			

Tabla 5. Cargas térmicas por espacio, resultado del programa HAP.

Si se observa la tabla anterior se aprecia en la última columna, el pico de carga total en el mes correspondiente. La carga total se computa como la suma de la sensible y de la latente.

Como ejemplo se va a cotejar los cálculos que proporciona el HAP con los que saldrían “haciendo la cuenta con papel y lápiz” la carga necesaria en la sala nueva:

- Carga de ocupación:

$$Q = N^{\circ} \text{ personas} \times (C_{\text{latente}} + C_{\text{sensible}})$$

$$Q = 1 \text{ pers.} \times (79,1 \text{ W/pers} + 82,1 \text{ W/pers}) = 161,2 \text{ W} \quad (1)$$

- Cargas iluminación + equipos:

$$Q = 20 \text{ W/m}^2 \cdot 5 \text{ m}^2 + 15 \text{ W/m}^2 \cdot 5 \text{ m}^2 = 175 \text{ W} \quad (2)$$

- Transmisión de calor:

$$Q = K \times S \times (T_2 - T_1)$$

$$\text{Muro int: } Q = 0,864 \text{ (W/m}^2\text{/K)} \times 4 \text{ (m}^2\text{)} \times 7 \text{ (K)} = 24,20 \text{ W} \quad (3)$$

$$\text{Techo: } Q = 0,385 \text{ (W/m}^2\text{/K)} \times 5 \text{ (m}^2\text{)} \times 7 \text{ (K)} = 13,50 \text{ W} \quad (4)$$

Sumando (1) + (2) + (3) + (4) = 0,4 W que se aproxima lo suficiente al cálculo del HAP de 0,6 kW faltando aun calcular la transmisión de calor por radiación, transmisiones que se producen por el suelo y la inercia de los cerramientos.

5. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO INTERIOR DEL EDIFICIO

El sistema de climatización se diseña, teniendo en cuenta las características de las zonas a climatizar, la actividad a realizar en su interior, sus exigencias ambientales de confortabilidad, seguridad, rendimiento y ahorro energético, y en base a las potencias térmicas demandadas, todo ellos explicado en capítulos anteriores.

En este capítulo se presenta una descripción básica del ciclo de refrigeración, la definición de los diferentes sistemas de climatización, y los criterios de selección del sistema que compone este proyecto.

5.1 REFRIGERANTE. CICLO DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración es el proceso de producir frío o, más concretamente, de extraer calor. Para ello, un fluido refrigerante cruza las unidades interiores para absorber el exceso de calor presente en el equipo. Pasa entonces al estado gaseoso y es transportado hacia la unidad exterior a través de tubos de cobre para descargar el calor acumulado en la atmosfera a través de un intercambiador de calor (condensador). El refrigerante de esta manera se hace otra vez líquido y es enviado a la unidad interna para comenzar otra vez el mismo ciclo, continuando todo esto, manteniendo la temperatura interior deseada. El refrigerante es un fluido que absorbe calor por evaporación a baja temperatura y presión, y lo cede a más alta temperatura y presión, por condensación.

El R-410A es un refrigerante poco contaminante comparado a sus predecesores, libre de cloro y por lo tanto con un daño reducido a la capa de ozono comparado con los CFC's y HCFCs. Su uso está sujeto a la nueva legislación (Ley 16/2013) que desarrolla la aplicación del impuesto sobre gases fluorados, excluyendo el gas incorporado en equipos nuevos. Por sus propiedades termo-físicas, permite lograr elevados rendimientos energéticos. No es tóxico ni inflamable y es reciclable y reutilizable.

En cuanto a la Normativa en España, cabe destacar que el 17 de Diciembre del 2003 se publicó en el BOE la orden CTF/3190/2002, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF002, MI-IF004 y MI-IF009 del Reglamento para Plantas e instalaciones Frigoríficas, incluyendo dentro de los refrigerantes de Alta Seguridad al R-410A.

Hay que tener en cuenta, que la cantidad de refrigerante para el circuito frigorífico es fundamental:

❖ La falta de refrigerante origina:

- Bajas evaporaciones.
- Descenso de rendimiento.
- Corte por presostatos de baja presión.
- Formación de escarcha en intercambiadores refrigerante - aire.
- Formación de hielo y rotura de intercambiadores de agua.
- Altas temperaturas de aspiración del compresor.
- Falta de refrigeración del motor del compresor.
- Altas temperaturas en válvulas de escape del compresor y en la descarga.
- Pérdida de propiedades de lubricación del aceite.
- Carbonizado del aceite.

❖ El exceso de refrigerante origina:

- Altas presiones y temperaturas de condensación y por ello bajos rendimientos.
- Corte por presostato de alta.
- Posible exceso de refrigerante en el evaporador.
- Golpe de líquido en el compresor.
- Dilución de líquido en el compresor.

Se va a describir brevemente los componentes del sistema de refrigeración en ciclo cerrado, los dispositivos de control de refrigerante y los ciclos de refrigeración.

5.1.1 Componentes del sistema de refrigeración

5.1.1.1 Compresor

Es el elemento que establece los dos niveles de presión necesarios para el funcionamiento del sistema.

A la entrada del compresor el refrigerante se encuentra a la presión del evaporador (presión de baja) mientras que a la salida del mismo, el refrigerante se encuentra a la presión del condensador. Mediante la compresión del refrigerante en el compresor, se aumenta la temperatura del mismo.

5.1.1.2 Condensador

En este elemento se produce el paso del refrigerante de la fase gaseosa a la fase líquida. Existen dos tipos de condensador atendiendo al método que se use para enfriados:

Condensadores enfriados por aire: se utiliza como aire fluido frío para enfriar los tubos por los que circula el gas refrigerante. Para aumentar la superficie de intercambio de calor, suelen utilizarse tubos aleteados.

Condensadores enfriados por agua: exteriormente a los tubos por los que circula el gas refrigerante se establece una corriente de agua, que enfría los tubos y produce la condensación. Este tipo de condensador permite lograr generalmente temperaturas de condensación menores que los anteriores, pero padecen de la desventaja de la necesidad de emplear torres de refrigeración, con los problemas relacionados de legionela.

En el condensador se produce el intercambio de calor. La realización práctica más usual, son los intercambiadores de carcasa y tubos, teniendo un gran auge actualmente los de placas por su bajo volumen. El fluido que desea enfriarse se introduce por el extremo superior y se extrae por el inferior para que permanezca más tiempo en el condensador y así el enfriamiento sea más efectivo.

5.1.1.3 Evaporador

Un evaporador es un dispositivo para absorber calor del sistema de refrigeración, hasta alcanzar la temperatura de evaporación del refrigerante a su presión de trabajo. El calor absorbido por el refrigerante en el evaporador es tomado del medio que lo rodea, lo que produce enfriamiento del medio.

Tanto los condensadores como los evaporadores pueden ser de tubo sin aletas, con aletas o de placas. El evaporador de tubo sin aletas facilita la limpieza y descongelación de la superficie.

En la válvula de expansión tiene lugar la evolución del líquido disminuyendo su presión. El sistema de expansión es el siguiente:

- Tubo capilar.
- Restrictores.
- Válvula de expansión y válvula electrónica.

Los elementos que forman parte del circuito frigorífico son:

- Separador de aceite: Tiene la misión de separar el aceite a la salida del compresor y retornarlo a él. Está situado en la línea de descarga. Los

inconvenientes que tiene es que pueden producirse posibles condensaciones y se pueden formarse barro y lodos.

- Silenciador: Tiene la misión de evitar el ruido de las pulsaciones. Se debe hacer una elección correcta para evitar vibraciones. Se sitúa en la línea de descarga.
- Filtro de secador: Su misión es absorber humedad y retener partículas. Está situado en la línea de líquido.
- Recipiente antigolpe de líquido: Su misión es evitar la entrada del refrigerante líquido al compresor. Está situado en la línea de aspiración del compresor.
- Visor de líquido: tiene la misión de detectar la formación de burbujas en la línea de líquido (condensación). Puede incluir un indicador de humedad.
- Válvulas de retención: Su misión es evitar el retroceso del refrigerante y asegurar la circulación del refrigerante en un sentido.
- Depósito de líquido: Tiene la misión de almacenar refrigerante líquido.

5.1.1.4 Dispositivos de control del refrigerante

Los dispositivos de control regulan la cantidad de refrigerante líquido que entra en el evaporador, de esta forma determinan la cantidad de calor absorbido en la refrigeración. Los métodos de regulación son los siguientes:

- Válvula de expansión manual: consiste en un grifo de accionamiento manual que permite el paso de más o menos cantidad de refrigerante. Su inconveniente es que como el accionamiento es manual es necesaria la intervención de un operario para cualquier variación de carga.
- Flotador del lado de baja: al aumentar el nivel de refrigerante líquido en el evaporador sube un flotador que tapon, impidiendo la entrada de refrigerante líquido. Sistema de regulación pasivo.
- Flotador del lado de alta: el flotador en este caso se encuentra en el lado de alta del sistema. El inconveniente es que pueden producirse corrientes de retorno de líquido refrigerante al compresor.

Ambos sistemas de regulación se suelen utilizar al mismo tiempo cuando el proceso de evaporación se realiza en dos pasos.

- Válvula de expansión automática: se cierra y se abre automáticamente, permitiendo mantener una presión constante de entrada al evaporador, por lo que produce una regulación constante de la carga.
- Válvula de expansión termostática: se cierra/abre mediante una sonda de temperatura situada a la salida del evaporador, lo que permite mantener un sobrecalentamiento constante del refrigerante evaporado, impidiendo así una posible condensación a la salida del evaporador.
- Tubo capilar: Consiste en un tubo muy fino que permite la alimentación del evaporador. Es el método de regulación más barato y simple de todos los descritos. Puede producirse la obstrucción del capilar por deposición de materiales sólidos, por lo que debe colocarse un filtro a la entrada del capilar.

5.1.2 Ciclo básico de refrigeración

5.1.2.1 *La regulación*

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador; de hecho, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador.

La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría. Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

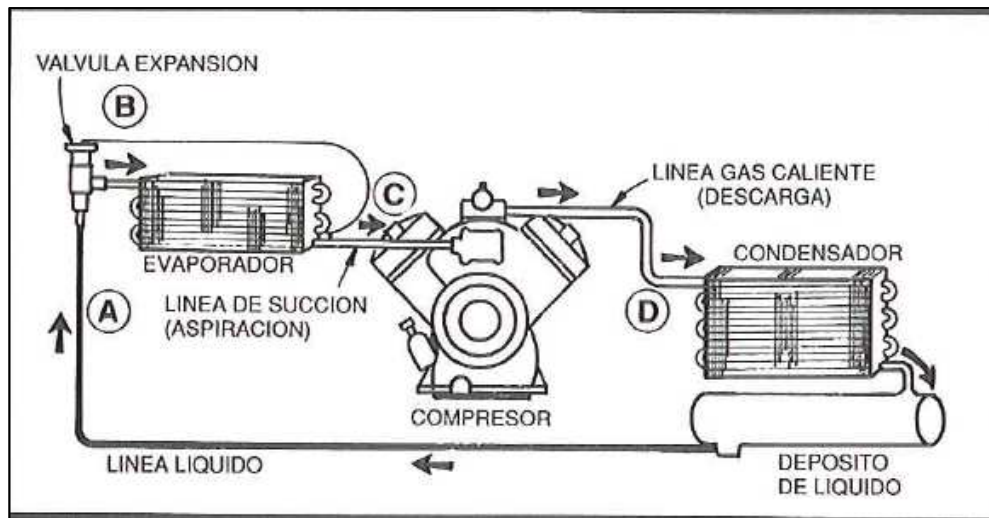


Figura 11. Ciclo básico de refrigeración. Fundamentos del acondicionamiento del aire de Carrier.

La figura muestra un sistema usando un condensador enfriado por aire y un depósito de líquido.

5.1.2.2 *La evaporación*

El refrigerante líquido entra en la válvula de expansión donde evoluciona disminuyendo su presión y temperatura pero sin ceder ni absorber calor del medio.

El líquido se introduce en el evaporador a la temperatura de saturación para la presión de trabajo; una pequeña porción del líquido entrante en el evaporador ya se introduce como gas debido a que se ha evaporado (denominado "Flash gas"), robando el calor latente de vaporización del refrigerante que permanece líquido en la proporción aproximada de 8,7% de gas y 91,3 % de líquido. El líquido refrigerante absorbe el calor del medio para pasar al estado gaseoso (calor latente de vaporización). Como se está produciendo un cambio de estado a presión aproximadamente constante, la temperatura permanece constante.

Todo el refrigerante en estado de vapor, sigue aumentando su contenido de calor (sensible) aumentando su temperatura por encima de la de saturación a la

presión de trabajo (sobrecalentamiento) para evitar posible condensaciones en el compresor.

Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

5.1.2.3 La compresión

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumentan y, el vapor sale preparado para entrar al condensador.

Clasificación de los compresores:

- Según accesibilidad: herméticos, semiherméticos y abiertos.
- Según funcionamiento: alternativos, rotativos, centrífugos y de tornillo.

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el ambiente. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación del calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado. El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

La transmisión de calor en el evaporador o en el condensador, se puede medir con la ecuación de transmisión de la diferencia de temperatura media, descrita en el capítulo anterior. Las propiedades del fluido que tienen influencia sobre la transmisión de calor son la densidad, la viscosidad, el calor específico y la conductividad. Otras características adicionales son la tensión superficial, el calor latente, la temperatura de saturación y el tipo de superficie por la que circula.

5.1.3 Intercambio aire – refrigerante en sistemas “todo aire”

La potencia térmica intercambiada en los evaporadores,/condensadores depende de:

- Superficie de intercambio: Tipo.
- Longitud aleteada. Geometría y número de aletas.
- Velocidad y temperatura de aire.
- Velocidad de refrigerante (No de circuitos).
- Colocación de los tubos y horquillas.
- Expansión tubo de cobre (Mejorar contacto tubo/ aleta).
- Contracorriente.

En la siguiente figura se muestra un ciclo de refrigeración incluyendo los términos del equipo de climatización, como son el evaporador y el condensador.

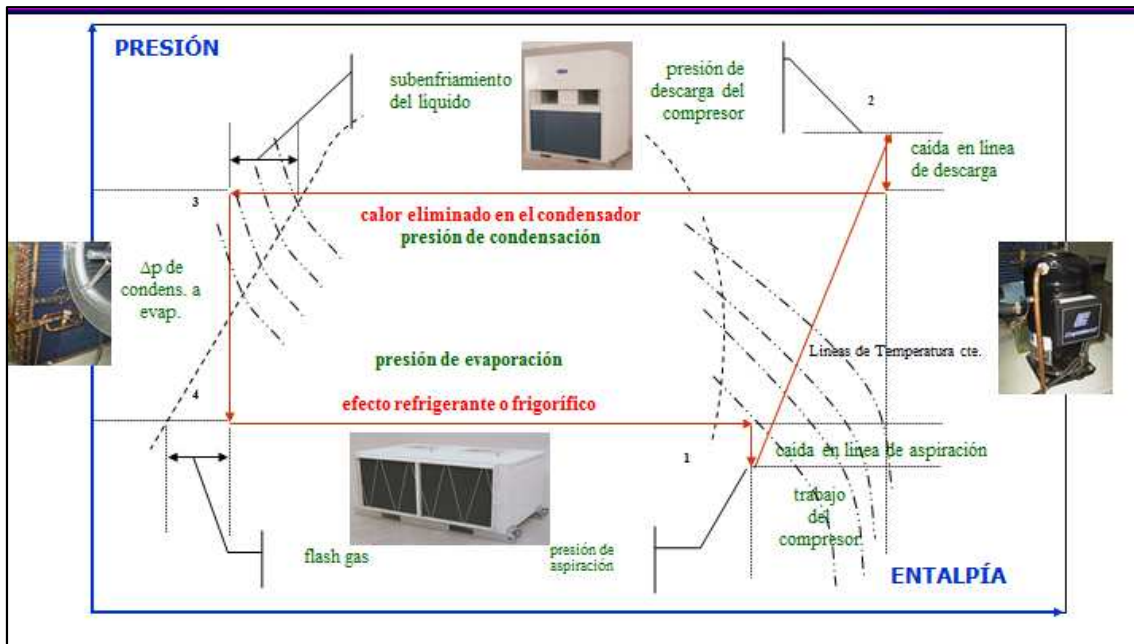


Figura 12. Ciclo de Carnot. Fundamentos del acondicionamiento del aire de Carrier.

5.2 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Antes de proceder a la descripción de los sistemas de aire acondicionado proyectados, deben analizarse las características generales y particulares de los diferentes espacios del edificio, sobre la base de los cuales se ha diseñado la instalación más idónea.

El edificio presenta las siguientes características:

- Necesidad de frío en verano, necesidad de calor en invierno.
- Producción centralizada en frío y calor.
- Previsión de fácil realización del futuro mantenimiento de las instalaciones, tanto preventivo, como correctivo.
- Cargas internas elevadas, especialmente debido a la iluminación, equipos eléctricos y ocupación.
- Funcionamiento continuo e interrumpido.
- Adecuados niveles de ventilación y acústicos.
- Capacidad de respuesta rápida ante puestas en marcha.
- Sistema modular.
- Control de humedad, temperatura y pureza del aire de forma adecuada.
- Pequeñas variaciones del régimen de carga.
- Eliminación de olores.
- Necesidad de control de toda la instalación, utilización de sistemas automáticos de control, tanto de tipo local, como de tipo centralizado.

Se ha realizado un estudio comparativo entre las tres posibles soluciones que se utilizan con más frecuencia en este tipo de instalaciones:

❖ **Sistema todo agua:**

En el sistema todo agua no se utiliza aire sino que es el propio aire del local el que se calienta o se enfría. En el caso del invierno, el agua caliente pasa por los radiadores y calienta la habitación, mientras que en el caso del verano, se coloca un ventilador cerca de un radiador (con agua fría) que hace pasar aire por él, enfriando la sala. Este sistema se conoce también con el nombre de fancoil. Las características de este sistema son el control individual de la temperatura de las habitaciones, economía de funcionamiento, reducción de obras de albañilería, conductos y distribución de aire bajo las ventanas.

❖ **Sistema aire- agua:**

En este sistema, el aire exterior destinado a la ventilación entra en la unidad central a través de un difusor. Al igual que el sistema todo agua, se hace intercambiar agua con aire. Este sistema se caracteriza por tener pocos requisitos de espacio, por el fácil mantenimiento, por el funcionamiento silencioso y una baja inercia térmica.

❖ **Sistema todo aire:**

El sistema todo aire se caracteriza por tener un solo conducto de transmisión de aire con salidas estándar de distribución y control directo de las condiciones del local.

Está formado por las siguientes características:

- Coste inicial bajo.
- Funcionamiento silencioso.
- Simplicidad en el manejo y el diseño.
- El aire exterior puede servir como medio o agente refrigerante.
- Mantenimiento centralizado: todos los elementos de los aparatos de servicio y refrigeración están concentrados en una misma ubicación por lo que se centralizan en las salas de máquinas.

Los sistemas todo aire se clasifican en dos categorías principales: de volumen constante y temperatura variable; y de volumen variable y temperatura constante.

La diferencia que existe entre un sistema de volumen variable frente a uno de volumen constante es que el segundo tiene más flexibilidad para controlar las condiciones de espacio, puede utilizar desde un control todo o nada, hasta un control exacto de recalentamiento. Sin embargo las condiciones resultantes de temperatura y humedad son solo relativamente constantes, ya que la capacidad de la máquina de refrigeración no siempre se adapta a la carga. Además este sistema tiene un comportamiento bueno en espacios cuyas cargas tengan unas características relativamente estables y los requisitos de ventilación sean mínimos. La ventaja fundamental de un sistema de volumen variable frente a uno de volumen constante es que a la hora de climatizar una zona en donde las cargas no sean relativamente estables, se adapta mejor.

El sistema todo aire lo forma una bomba de calor con recuperación de calor que da servicio a una unidad de tratamiento de aire. La bomba de calor genera el

aporte de frío en verano o calor en invierno necesario para que la unidad de tratamiento de aire venza la carga térmica del aire de ventilación.

5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SISTEMA

Al trabajar en un ambiente cantábrico en este proyecto, se tiene una humedad relativa alta tanto en invierno como en verano. El aire sufre una evolución psicrométrica en la cual primero hay que deshumidificarlo y posteriormente calentarlo para cumplir con las condiciones de confort marcadas.

El RITE IT. 1.2.4.7.3 no permite el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de los locales mediante procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento; o la acción simultánea de fluidos con temperatura de efectos opuestos, exceptuando bajo justificación adoptada.

a) Se realice por una fuente de energía gratuita o sea recuperado del condensador de un equipo frigorífico.

b) Sea imperativo el mantenimiento de la humedad relativa dentro de intervalos muy estrechos.

c) Se necesite mantener los locales acondicionados con presión positiva con respecto a los locales adyacentes.

d) Se necesite simultanear las entradas de caudales de aire de temperaturas antagonistas para mantener el caudal mínimo de aire de ventilación.

e) La mezcla de aire tenga lugar en dos zonas diferentes del mismo ambiente.

Para cumplir con la instrucción anterior del RITE se ha recurrido al uso de una bomba de calor con recuperación de calor en el condensador. De este modo mediante la misma máquina se puede alimentar la batería de frío y calor para conseguir las condiciones termo-higrométricas deseadas.

Tras los cálculos generados mediante el programa de cálculo de cargas HAP, se ha considerado climatizar con todo aire exterior.

5.3.1 Sistemas de volumen de refrigerante variable

Para los sistemas de volumen de refrigerante variable, se ha desarrollado una solución basada en la instalación de unidades bomba de calor de la serie VRV Inverter con refrigerante R-410A, que es un sistema todo-aire de caudal de refrigerante variable.

La solución ha sido desarrollada básicamente en los criterios de flexibilidad del sistema para conseguir una climatización por zonas, de esta forma se llega a tener un gran ahorro de energía puesto que cada equipo instalado irá demandando proporcionalmente la energía necesaria para mantener la temperatura de cada una de las estancias, puesto que cada usuario puede cambiar las condiciones de funcionamiento para adaptarse a los requerimientos de confort de cada habitación o zonas comunes.

Todo esto se resume en una eficiencia energética de la instalación, al funcionar sólo las máquinas interiores de cada una de las zonas que lo requieran, en función de las necesidades térmicas de la zona). El resultado es el máximo rendimiento, con un funcionamiento continuo y silencioso del compresor.

Esto no es solo beneficioso para el usuario final sino también para el medio ambiente, ya que se consigue reducir las emisiones de CO₂ y prevenir el calentamiento global de la Tierra. El ahorro de energía debería ser el condicionante principal de toda instalación de climatización. El costo de primera instalación no es el único factor significativo. Como mínimo, un promotor, arquitecto o un proyectista deberían añadir los costos de operación de los primeros cinco o diez años de vida del edificio. Con ello, adquiriría una relevancia enorme el consumo energético. Su costo de implantación quedará amortizado en un plazo breve.

Este sistema es muy indicado para necesidades de confort con características térmicas similares, al tiempo que se adapta a la configuración del edificio. El sistema (bomba de calor) realiza la inversión del ciclo para cada grupo automáticamente y según preferencias; siendo capaces de adaptarse hasta la mínima potencia instalada en una de las unidades interiores. Para cada unidad interior se cierra el ciclo de refrigerante de forma independiente, realizándose para todos los componentes con dos tubos. Se ha considerado que la instalación no requerirá equipos a tres tubos, ya que dentro de las instalaciones se requerirá aproximadamente la misma temperatura, sin que haya salas que necesiten frío a la vez que otras requieran calor.

Gracias a su gran versatilidad los sistemas Multi-Modulares de Bomba de Calor se puede usar prácticamente cualquier configuración, conexiando varias unidades interiores (hasta 48 unidades interiores) a módulos exteriores mediante 2 tubos, que regulan la cantidad de refrigerante que llega a cada una de las unidades interiores con un sofisticado sistema de control de la capacidad que ajusta el funcionamiento de las unidades interiores y exteriores en función de la carga térmica total.

Inverter es una tecnología electrónica que, aplicada al aire acondicionado supone un mayor confort y ahorro energético. Cuando el usuario fija la temperatura, el sistema tradicional arranca el compresor y trata de alcanzar esa temperatura, a velocidad fija, dando el 100% de su capacidad, mientras que el sistema inverter aumenta la velocidad del compresor y alcanza antes esa temperatura, pudiendo dar hasta el 120% de su capacidad. Una vez alcanzada la temperatura, el sistema tradicional regula la temperatura arrancando y parando, lo que genera picos de consumo y, sucesivamente excesos de frío y calor. El sistema inverter regula la velocidad del compresor y así consigue adaptarse a las necesidades reales de la estancia con menor gasto y mayor confort.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del montaje en planta:

- Unidades exteriores (Condensadoras en verano) en la esquina superior izquierda.
- Unidades interiores (Evaporadoras en verano) por zonas, representadas como cuadrados.

- Líneas de Refrigerante (dos: ida y vuelta) en azul.

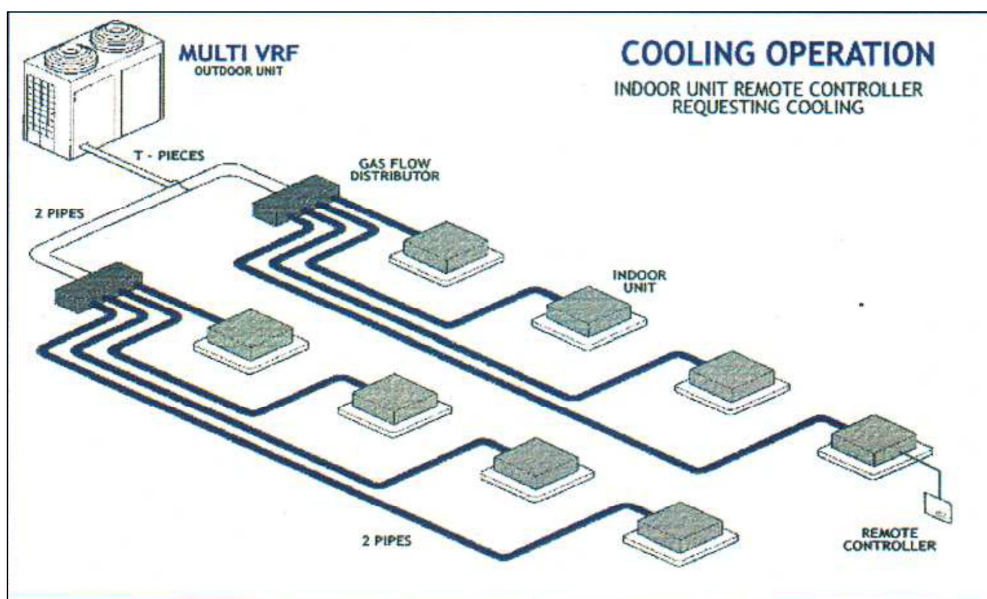


Figura 13. Instalación sistemas Multi-Modulares Inverter Toshiba

Como el aire se acondiciona localmente, no es preciso instalar grandes canalizaciones de aire caliente/frío a lo largo del edificio. Sólo se requieren tuberías pequeñas para transportar el refrigerante hasta los puntos de consumo. Como el aire se enfría hasta la temperatura deseada en el punto de consumo, el usuario consigue rápidamente y de forma precisa el control de temperatura.

La tecnología de estos sistemas está compuesta por un sistema electrónico de control, compresor dual rotativo inverter y válvulas de caudal del refrigerante (en adelante PMV) dependiendo de la demanda de la instalación.

El sistema VRV es un sistema mutli-split de caudal variable de refrigerante ideal para la climatización de edificios de carga variable (oficinas, hoteles, residencias, tiendas, hospitales...). La tabla siguiente ofrece una comparativa entre los sistemas VRV y los sistemas de agua centralizados:

SISTEMAS VRV	SISTEMAS DE AGUA CENTRALIZADOS
La modularidad y el pequeño tamaño de los sistemas VRV permite que las instalaciones se adapten al edificio y no al edificio a la instalación.	Los sistemas de agua centralizados precisan de salas de máquinas de gran tamaño para las enfriadoras de agua, sistemas de bombeo, tanques de acumulación, calderas y torres de refrigeración.
La modularidad de los sistemas VRV permite utilizar sólo los equipos y potencia necesarios para la diversidad de usos y horarios del edificio.	Los sistemas de agua centralizados necesitan poner en marcha el sistema completo de bombeo para atender una sola estancia.
Los sistemas VRV de Toshiba con todos y cada uno de los compresores Twin Rotary inverter garantizan la mejor parcialización de potencia y la adaptación de instalación a cualquier condición climatológica o de diversidad de uso o aplicación.	Los sistemas de agua centralizados están limitados en su capacidad de regulación de potencia por etapas de producción frigorífica y de bombeo de agua.

SISTEMAS VRV	SISTEMAS DE AGUA CENTRALIZADOS
El tiempo de instalación y coste de mano de obra de los sistemas VRV es considerablemente menor que los sistemas de agua centralizada al integrar calefacción, aire acondicionado, recuperación de calor, ventilación, distribución de aire y control en un solo fabricante.	Los sistemas de agua centralizada precisan de la coordinación de una gran variedad de proveedores lo que aumenta los tiempos de ejecución y requieren de mano de obra de alta especialización.
Los sistemas VRV no precisan de un mantenimiento costoso.	El mantenimiento obligatorio y los costes de mantenimiento de los sistemas de agua centralizada multiplican el valor real de la instalación original.
Los sistemas de control vía Internet permiten la monitorización de todo el sistema por el mantenedor o fabricante desde un único sistema propietario que también puede integrarse en un BMS.	Los sistemas de control hacen necesario unir equipamiento de distintos proveedores en un sistema a medida no estándar para la monitorización remota.
La puesta en marcha de un sistema VRV Toshiba es rápida y fácil de realizar, disminuyendo tanto los costes como los plazos de entrega de la instalación.	Las puestas en marcha de los subsistemas de un sistema centralizado (la planta enfriadora, bombas, equilibrado de válvulas, circuitos de agua, torres, controles, climatizadores, fan coils, calderas...) se realizan por separado por diferentes fabricantes, lo que provoca mayores tiempos de ejecución, tiempos muertos, aumento de costes...
La calidad de los sistemas VRV es homogénea en todos sus componentes.	La calidad de un sistema centralizado está condicionada por las diferencias de calidad de sus componentes. En caso de averías, la resolución implica a un mayor número de interlocutores.
La modularidad de los sistemas VRV limita las paradas por mantenimiento o avería a pequeñas secciones del edificio.	Los sistemas centralizados dejan inutilizadas secciones enteras de los edificios en caso de parada por mantenimiento o avería. Que sólo puede evitarse con la instalación de sistemas redundantes y duplicaciones que aumentan los costes de operación y la inversión inicial.
Los sistemas VRV Inverter con todos sus compresores Inverter mantienen la capacidad de regulación y de adaptación del sistema a la demanda del edificio incluso en caso de avería de uno de los compresores.	Los sistemas centralizados se suelen ver afectados por la avería de uno sólo de sus componentes perdiendo su capacidad de satisfacer la demanda del edificio excepto en días de baja demanda o en presencia de costosos sistemas redundantes.

5.3.1.1 Unidades exteriores

Las unidades exteriores estarán situadas en los espacios destinados para ellas en la planta cota 0 del edificio, con la protección de una reja abierta para la buena ventilación de las unidades. Estarán apoyadas en soportes con antivibratorios para evitar transmisiones de ruidos al resto de la estructura.

Estas unidades precisan de la correspondiente acometida eléctrica de fuerza debidamente protegida con interruptor diferencial y magnetotérmico.

Se deben respetar los espacios de separación entre unidades y los obstáculos más cercanos, tanto para la toma de aire exterior como descarga de aire caliente o frío según el modo de operación, así como para el mantenimiento y servicio de los equipos.

A continuación se enumeran algunas de las características de las unidades exteriores:

- El sistema Super Modular Multi System (SMMSi) de Toshiba combina la tecnología de primera línea con una aplicación flexible, una instalación sencilla y opciones de control innovadora.

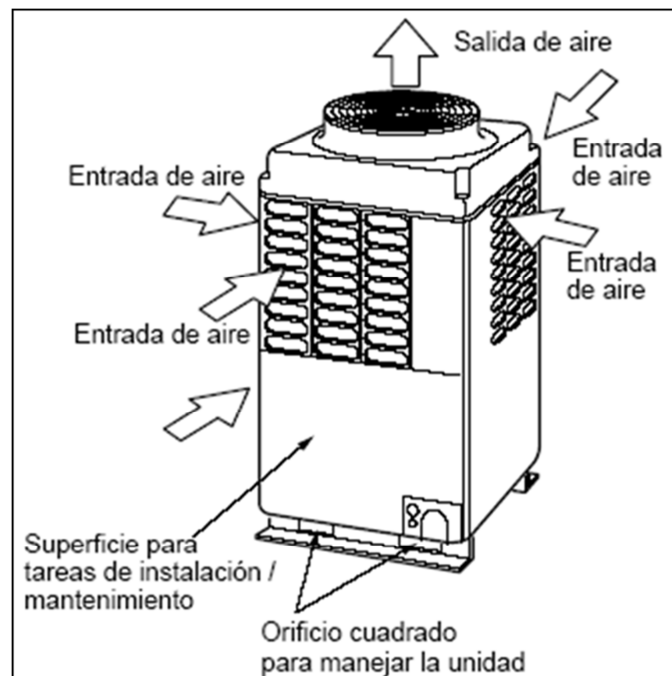


Figura 14. Diagrama de una unidad exterior. Catálogo SMMi Toshiba

- Tecnología inverter con válvulas gemelas moduladoras de impulsos en paralelo que permiten un control continuo para que la potencia se ajuste a la demanda.
- Ventilador silencioso capaz de dar mayor caudal de aire con menor ruido.
- El compresor rotativo dual DC INVERTER se sitúa en una bandeja deslizante, así mejora el coeficiente de intercambio de calor, disminuye el nivel de ruido y mejora el servicio, ya que favorece el acceso inmediato a la mayoría de componentes.

A modo resumen los módulos serían:











Modelos de 5 a 48 HP					Modelos de 16 a 48 HP					
	Nombre del modelo (MMY-)	Capacidad de refrigeración	Capacidad de calefacción	Aspecto		Nombre del modelo (MMY-)	Capacidad de refrigeración	Capacidad de calefacción	Aspecto	
5 HP	MAP0501HT7	14,0 kW	16,0 kW							
	6 HP	MAP0601HT7	16,0 kW							18,0 kW
	8 HP	MAP0804HT8-E	22,4 kW							25,0 kW
	10 HP	MAP1004HT8-E	28,0 kW							31,5 kW
	12 HP	MAP1204HT8-E	33,5 kW							37,5 kW
14 HP	MAP1404HT8-E	40,0 kW	45,0 kW			16 HP	AP1624HT8-E	45,0 kW	50,0 kW	
	16 HP	MAP1604HT8-E	45,0 kW							50,0 kW
	18 HP	MAP1814HT8-E	50,4 kW							56,5 kW
	20 HP	MAP2014HT8-E	56,0 kW							63,0 kW
	22 HP	MAP2214HT8-E	61,5 kW							69,0 kW
24 HP	MAP2414HT8-E	68,0 kW	76,5 kW			24 HP	MAP2424HT8-E	68,0 kW	76,5 kW	
	26 HP	MAP2614HT8-E	73,0 kW							81,5 kW
	28 HP	MAP2814HT8-E	78,5 kW							88,0 kW
	30 HP	MAP3014HT8-E	85,0 kW							95,0 kW
	32 HP	MAP3214HT8-E	90,0 k							100,0 kW
34 HP	MAP3414HT8-E	96,0 k	108,0 kW			26 HP	MAP2624HT8-E	73,0 kW	81,5 kW	
	36 HP	MAP3614HT8-E	101,0 k							113,0 kW
	38 HP	MAP3814HT8-E	106,5 k							119,5 kW
	40 HP	MAP4014HT8-E	112,0 k							127 kW
	42 HP	MAP4214HT8-E	118,0 k							132,0 kW
44 HP	MAP4414HT8-E	123,5 k	138,0 kW			28 HP	MAP2824HT8-E	78,5 kW	88,0 kW	
	46 HP	MAP4614HT8-E	130,0 k							145,0 kW
	48 HP	MAP4814HT8-E	135,0 k							150,0 kW
	30 HP	MAP3024HT8-E	85,0 kW							95,0 kW
	32 HP	MAP3224HT8-E	90,0 kW							100,0 kW
34 HP	MAP3424HT8-E	96,0 kW	108,0 kW			30 HP	MAP3024HT8-E	85,0 kW	95,0 kW	
	36 HP	MAP3624HT8-E	101,0 kW							113,0 kW
	38 HP	MAP3824HT8-E	106,5 kW							119,5 kW
	40 HP	MAP4024HT8-E	112,0 kW							127 kW
	42 HP	MAP4224HT8-E	118,0 kW							132,0 kW
44 HP	MAP4424HT8-E	123,5 kW	138,0 kW			32 HP	MAP3224HT8-E	90,0 kW	100,0 kW	
	46 HP	MAP4624HT8-E	130,0 kW							145,0 kW
	48 HP	MAP4824HT8-E	135,0 kW							150,0 kW
	34 HP	MAP3424HT8-E	96,0 kW							108,0 kW
	36 HP	MAP3624HT8-E	101,0 kW							113,0 kW
38 HP	MAP3824HT8-E	106,5 kW	119,5 kW			34 HP	MAP3424HT8-E	96,0 kW	108,0 kW	
	40 HP	MAP4024HT8-E	112,0 kW							127 kW
	42 HP	MAP4224HT8-E	118,0 kW							132,0 kW
	44 HP	MAP4424HT8-E	123,5 kW							138,0 kW
	46 HP	MAP4624HT8-E	130,0 kW							145,0 kW
48 HP	MAP4824HT8-E	135,0 kW	150,0 kW			46 HP	MAP4624HT8-E	130,0 kW	145,0 kW	
	48 HP	MAP4824HT8-E	135,0 kW							150,0 kW

Figura 15. Unidades exteriores para sistemas VRV Toshiba

En las siguientes fotografías vemos unidades exteriores SMMS de Toshiba:



Figura 16. Unidades exteriores SMMS Toshiba



Figura 17. Unidades exteriores SMMS Toshiba

5.3.1.2 Unidades interiores

Los conjuntos de unidades del sistema VRV que dan servicio a cada zona, podrán dar frío o calor en función de la época (invierno o verano) y las necesidades de cada estancia, en las zonas comunes en las que se necesite frío en épocas de invierno por la carga interna de las personas u otras circunstancias, pueden funcionar en este modo, gracias al control de presión de condensación.

Estas unidades son de bajo nivel sonoro y los equipos de conductos quedan ocultos en el falso techo correspondiente a cada habitación acondicionada. El mantenimiento, se realiza a través de las zonas de registro previstas para los equipos y mediante el panel decorativo.

La amplia gama de unidades interiores para sistemas VRV de Toshiba queda reflejada en la siguiente tabla:


Modelo	Nombre del modelo	Código de capacidad	Capacidad frigorífica (kW)	Capacidad calorífica (kW)	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)	Peso (kg)		
	Unidad de Cassette de 4 vías	MMU-AP0091H	1	2,8	3,2	256	840	840	20	
	MMU-AP0121H	1,25	3,6	4						
	MMU-AP0151H	1,7	4,5	5						
	MMU-AP0181H	2	5,6	6,3	22					
	MMU-AP0241H	2,5	7,1	8				23		
	MMU-AP0271H	3	8	9						
	MMU-AP0301H	3,2	9	10						
	MMU-AP0361H	4	11,2	12,5	319	840	840	28		
	MMU-AP0481H	5	14	16						
	MMU-AP0561H	6	16	18						
	Unidad de Cassette de 2 vías	MMU-AP0071WH	0,8	2,2	2,5	398	830	550	33	
	MMU-AP0091WH	1	2,8	3,2						
	MMU-AP0121WH	1,25	3,6	4						
	MMU-AP0151WH	1,7	4,5	5	44					
	MMU-AP0181WH	2	5,6	6,3						
	MMU-AP0241WH	2,5	7,1	8				48		
	MMU-AP0271WH	3	8	9						
	MMU-AP0301WH	3,2	9	10						
	MMU-AP0481WH	5	14	16	406	1650	650	52		
		Unidad de Cassette de 1 vía	MMU-AP0071SH	0,8	2,2	2,5	235	850	400	22
MMU-AP0091SH		1	2,8	3,2						
MMU-AP0121SH		1,25	3,6	4						
MMU-AP0151SH		1,7	4,5	5	198	1100				655
MMU-AP0181SH		2	5,6	6,3						
MMU-AP0241SH		2,5	7,1	8		1200		31		
		Conducto estándar	MMU-AP0071BH	0,8	2,2	2,5	320	550	800	27
		MMU-AP0091BH	1	2,8	3,2					
		MMU-AP0121BH	1,25	3,6	4					
		MMU-AP0151BH	1,7	4,5	5	700				
	MMU-AP0181BH	2	5,6	6,3						
	MMU-AP0241BH	2,5	7,1	8		1000		39		
	MMU-AP0271BH	3	8	9						
	MMU-AP0301SH	3,2	9	10						
	MMU-AP0361BH	4	11,2	12,5		1350		51		
	MMU-AP0481BH	5	14	16						
MMU-AP0561BH	6	16	18							
	Conducto alta presión	MMD-AP0181H	2	5,6	6,3	380	850	660	50	
	MMD-AP0241H	2,5	7,1	8						
	MMD-AP0271H	3	8	9						
	MMD-AP0361H	4	11,2	12,5						
	MMD-AP0481H	5	14	16		1200		56		
	MMD-AP0721H	8	22,4	25	470	1380	1250	67		
	MMD-AP0961H	10	28	31,5				155		
	Conducto de baja silueta	MMD-AP0071SH/SPH	0,8	2,2	2,5	210	845	645	24	
	MMD-AP0091SH/SPH	1	2,8	3,2						
	MMD-AP0121SH/SPH	1,25	3,6	4						
	MMD-AP0151SH/SPH	1,7	4,5	5						
	MMD-AP0181SH/SPH	2	5,6	6,3	26					

Figura 18. Unidades interiores para sistemas VRV Toshiba (Cassette y Conductos)







Modelo	Nombre del modelo	Código de capacidad	Capacidad frigorífica (kW)	Capacidad calorífica (kW)	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)	Peso (kg)	
	MMC-AP0151H	1,7	4,5	5	210	910	660	21	
	MMC-AP0181H	2	5,6	6,3		1180			
	MMC-AP0241H	2,5	7,1	8					
	MMC-AP0271H	3	8	9					
	MMC-AP0361H	4	11,2	12,5					1595
	MMC-AP0481H	5	14	16					
	MMK-AP0072H	0,8	2,2	2,5	275	790	208	11	
	MMK-AP0092H	1	2,8	3,2					
	MMK-AP0122H	1,25	3,6	4					
	MMK-AP0071H	0,8	2,2	8	368	895	210	18	
	MMK-AP0091H	1	2,8	9,6		1055			
	MMK-AP0121H	1,25	3,6	12,8					
	MMK-AP0151H	1,7	4,5	15,8					
	MMK-AP0181H	2	5,6				1430		
	MMK-AP0241H	2,5	7,1						
	MML-AP0071H	0,8	2,2	2,5	630	950	230	37	
	MML-AP0091H	1	2,8	3,2					
	MML-AP0121H	1,25	3,6	4					
	MML-AP0151H	1,7	4,5	5					
	MML-AP0181H	2	5,6	6,3					
	MML-AP0241H	2,5	7,1	8					
	MML-AP0071BH	0,8	2,2	2,5	600	745	220	21	
	MML-AP0091BH	1	2,8	3,2		1045			
	MML-AP0121BH	1,25	3,6	4					
	MML-AP0151BH	1,7	4,5	5					
	MML-AP0181BH	2	5,6	6,3					
	MML-AP0241BH	2,5	7,1	8					
	MMF-AP151H	1,7	4,5	5	1750	600	210	48	
	MMF-AP181H	2	5,6	6,3				49	
	MMF-AP241H	2,5	7,1	8					
	MMF-AP271H	3	8	9					
	MMF-AP361H	4	11,2	12,5			300		
	MMF-AP481H	5	14	16					
	MMF-AP561H	6	16	18					

Figura 19. Unidades interiores para sistemas VRV Toshiba (Techo, Pared y Suelo)

Las unidades interiores previstas en el edificio son del tipo cassette de 4 vías para las salas más pequeñas, conductos estándar para los pasillos y el distribuidor y conductos de alta presión para el salón de actos.

A continuación se muestran algunos ejemplos de unidades interiores Toshiba:



Figura 20. Unidad interior Cassette Toshiba de 60x60

Por último, se nombran los dispositivos de protección:

- Sensores de temperatura de aspiración y descarga.
- Relé interno protección ante sobrecargas.
- Relé de protección ante sobreintensidades en el compresor.
- Sensor de sobreintensidades.
- Selector de alta presión.
- Sensores de baja presión.

5.3.2 Cálculo de tuberías de refrigerante

El cálculo de las tuberías de refrigerante (R-410A) se ha realizado mediante un software de diseño para instalaciones de sistemas de caudal variable de refrigerante (VRV) mencionado con anterioridad.

El diseño de la instalación de tuberías debe ser proyectada de modo que cumpla los siguientes requisitos:

- Aseguran la alimentación de refrigerante adecuada a cada unidad interior.
- Dimensión de cada tubería adecuada para que tenga unas pérdidas de carga aceptables.
- Protección de los compresores (lubricación, separación de fases).

5.3.3 Cálculo de conductos

Para el cálculo del conducto usaremos un software para la proyección y diseño de una instalación térmica: MC4 suite.

Este programa permite introducir gráficamente datos geométricos como la longitud y las singularidades relativas a la red de conductos. El dibujo realizado se utiliza también para acceder rápida e intuitivamente a todos los datos asociados a la red; para generar el dibujo técnico en planta, en sección y en cualquiera de las vistas axonométricas posibles.

Es uno de los softwares más avanzados para la proyección de sistemas de tuberías compatible con AutoCAD que se coloca a la vanguardia de la productividad por la naturaleza de su input, por los automatismos en la determinación de los adaptadores y en la producción de vistas y leyendas que reducen drásticamente los tiempos de ejecución de las centrales termo-frigoríficas.

Para el cálculo de la ventilación necesaria, se tiene en cuenta las exigencias del RITE de la IT 1.14.2 en los casos que sean necesarios:

CATEGORÍA	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 21. Determinación en HAP tipo IDA para ventilación

En el presente proyecto el IDA empleado es el IDA 2 que corresponde a 12,5 L/s/persona.

5.3.3.1 Materiales para conductos

A continuación se comentan los materiales más utilizados para los sistemas de difusión de aire:

CLIMAVER PLUS:

Se utiliza para la conducción de aire de unidades interiores a unidades terminales y para la conducción de aire de recuperación.



Figura 22. Conducto Climaver Plus

Se va a prestar especial atención a este material nombrando algunas de sus propiedades:

- Descripción: Panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras por aluminio:
 - Exterior: aluminio + malla de fibra de vidrio + kraft.
 - Interior: aluminio + kraft y con el canto macho rebordeado por el complejo interior del conducto.
- Condiciones de trabajo: no se recomienda el empleo de estos conductos en circulación de aire con temperaturas superiores a 90°C ni para el transporte de líquidos corrosivos.
- Pérdida de carga: la superficie del revestimiento interno de un conducto de estas características presenta una rugosidad máxima equivalente a la de un conducto de chapa galvanizada. Este sistema puede suponer una reducción de hasta un 40% de las pérdidas de carga por fricción respecto a conductos desnudos o perforados de lana de vidrio, dependiendo de la geometría de los conductos y la velocidad de paso del aire.

CONDUCTO DE CHAPA

Se utiliza para la conducción de aire de unidades interiores a unidades terminales y para la conducción de aire de recuperación.

TUBO DE ALUMINIO RIZADO FLEXIBLE

Generalmente se utiliza para conducciones de conductos a emboquillado de rejillas y difusores mediante caja de acoplamiento.

En la siguiente figura se ve una unión de este tipo de conductos con una unidad interior del modelo cassette de 4 vías.



Figura 23. Conducto de tubo de aluminio rizado flexible

5.4 SISTEMA DE CONTROL

Todas las unidades interiores del sistema VRV estarán controladas localmente por su correspondiente Control Remoto desde donde se pueden realizar todas las operaciones posibles, como marcha-paro, variación del punto de consigna, cambio de velocidad, Alta/Baja y señales de alarma o averías. Se muestra uno en la siguiente figura:



Figura 24. Control Toshiba RBCAMS41E

Los mandos se pueden instalar en cualquier sitio de la estancia, su montaje es de superficie y se conecta a la unidad interior mediante una manguera de 2x1 apantallada, para evitar interferencias con campos magnéticos de fuerza. Se implementará un sistema de bloqueo de las unidades interiores a través de un tarjetero en cada habitación habilitando el conector de la unidad interior CN61.

Adicionalmente, toda la instalación del sistema VRV podrá estar gobernada por un sistema de control centralizado (Compliant Manager) mediante una centralita para mando MARCHA/PARO y chequeo de los equipos. Este control permite controlar hasta 128 unidades interiores independientes de forma local y remota vía Internet a través de una IP fija.

Con este control a través de un de un circuito impreso (BMS-IFWH4E2) se puede realizar del conteo de consumo de cada unidad interior en función de los datos obtenidos de los vatímetros instalados al principio de cada línea.

El sistema contará también con detectores de fugas para las unidades interiores, accesorio que detecta la cantidad de refrigerante en la habitación. Cuenta con tres niveles de detección según concentración. Una vez detectada presencia de refrigerante en la habitación, genera una alarma sonora emitiendo diferentes códigos de alarman que se transmiten a través de los controles centrales colocados. En caso de persistir la alarma, detiene el funcionamiento de la unidad a través del mencionado CN61, cortando el flujo de refrigerante si fuera necesario. Posee también la función de autocomprobación.

Las unidades exteriores también van provistas de detectores de fugas en su interior, emitiendo también diferente códigos de error según concentración, pudiendo llegar a parar el funcionamiento de la unidad exterior.

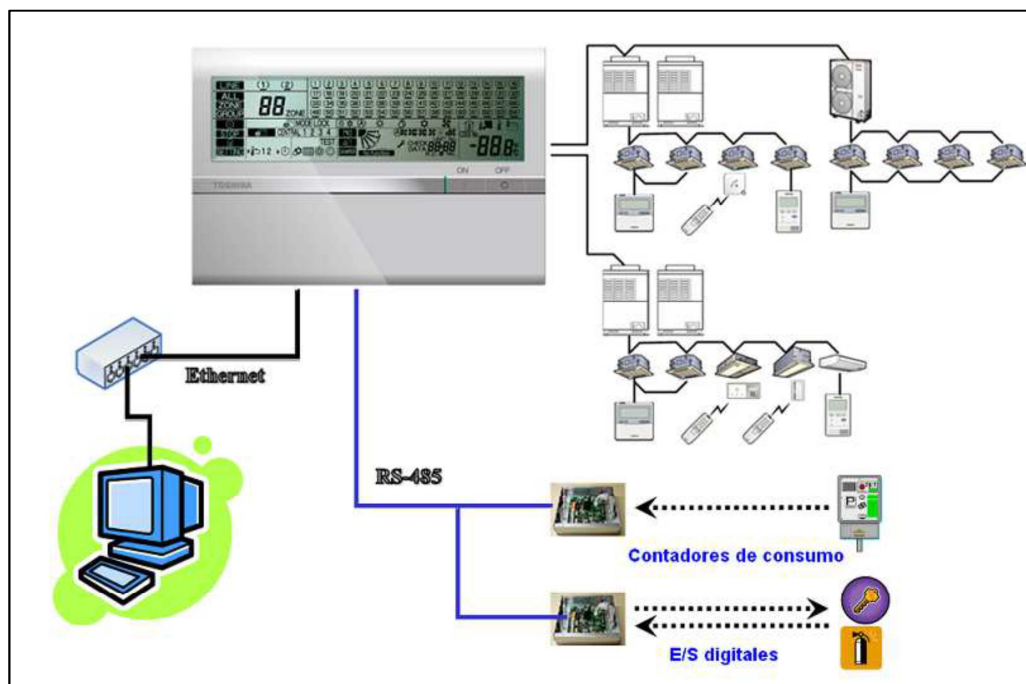


Figura 25. Sistema de control BMS

5.5 CONEXIÓN ELÉCTRICA

La alimentación a cada una de las unidades se hará de acuerdo con la potencia y la longitud de líneas de las mismas, desde el cuadro eléctrico de climatización situado en la cubierta. Las unidades exteriores se alimentaran con cable 400v III+N+T. Las unidades interiores se alimentaran con cable 230v I+T. La conexión, medición y dimensionado de las líneas de alimentación a las máquinas de aire acondicionado se contemplan en el Anexo 2.

Para los sistemas de volumen de refrigerante variable, la conexión entre la unidad exterior y las interiores se hará con cable apantallado, independiente de la línea de alimentación. Para la conexión entre unidad interior y mando de control se utilizara también cable apantallado. La maquinaria prevista para ventilación, aunque no pertenece al sistema podrá conectarse al sistema de control central a través de un de un circuito impreso incorporado en el sistema para recibir y mandar señales externas.

6. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

6.1 RESUMEN CÁLCULO DE CARGAS

Como se ha descrito anteriormente el edificio se compone de una única planta a climatizar que se ha dividido en tres sistemas diferentes. Se climatizará cada zona atendiendo a la distribución dentro del recinto: Sistema nor-este; sistema central-sur-este; sistema sur.

En el Anexo 2 se presentan los datos tras los cálculos realizados con el programa de cálculo de cargas HAP de Carrier a partir de los datos de partida, condiciones climáticas exteriores, interiores, criterios ocupacionales, cargas internas y características constructivas de cerramientos (coeficientes K de transmisión).

En los sistemas de volumen de refrigerante variable, el caudal de aire de ventilación se impulsa directamente desde las unidades interiores, retornando por rejillas. Para el sistema de retorno del aire de ventilación, la distribución se realizará de la forma más simétrica posible. El caudal de ventilación varía principalmente con el número de ocupantes, la altura del techo.

6.1.1 Selección de equipos

Para la selección de los equipos, se ha utilizado el programa Selection Tool SMMS de Toshiba y conociendo los sistemas que se van a utilizar para climatizar el edificio (VRV), se puede entrar en catálogos para seleccionar las unidades condensadoras, distribuidores y colectores y las unidades evaporadoras.

Se trata de 3 sistemas independientes:

- Sistema 1: Sistema Nor-Este (color naranja en planos Anexo 1).
- Sistema 2: Sistema Central-Sur-Este (color rojo en planos Anexo 1).
- Sistema 3: Sistema Sur (color azul en planos Anexo 1).

6.1.2 Selección de las unidades exteriores

A partir de la potencia total obtenida del programa HAP en cada zona, se han seleccionado en el catálogo de TOSHIBA las diferentes unidades exteriores para cada circuito teniendo en cuenta el número de unidades interiores que van estar “colgadas” a cada sistema, su potencia y los límites de instalación.

Las unidades exteriores seleccionadas van a formar conjuntos constituidos por distintos módulos, hasta un total de cuatro módulos como máximo por sistema.

6.1.2.1 Definición de Simultaneidad

Cuando se calculan las cargas máximas individualmente para cada uno de los espacios o habitaciones, hay que tener en cuenta que no se cumple que la carga del total sea la suma de las cargas individuales.

Esto se explica por la variación a lo largo del día de la radiación y de las cargas internas (sobre todo ocupación). Los sistemas de climatización utilizados, que se van a explicar más ampliamente, se dimensionan respecto a las unidades terminales (evaporadoras) en función de la carga máxima individual, y en cuanto a condensadoras en función a la carga máxima simultánea.

Esto permite que la potencia frigorífica de la unidad exterior pueda ser menor que en otro sistema que no pueda aprovechar esta ventaja, con el consiguiente ahorro económico.

Como se ha comentado, es una característica del sistema de climatización utilizado, para el caso de los sistemas definidos en este PFC:

SISTEMA 1 _ 107% de simultaneidad

SISTEMA 3 _ 109% de simultaneidad

SISTEMA 2 _ 54% de simultaneidad

La simultaneidad que soportan los sistemas de climatización Toshiba comprende entre el 50% y el 135%.

Esta simultaneidad no debería utilizarse siempre, a pesar de la ventaja y rentabilidad que ello ocasiona. Se emplea en sistemas con salas poco usadas respecto a las demás, teniendo en cuenta que en bastantes ocasiones la potencia del sistema se va a reducir por no usar las zonas descritas.

Las unidades exteriores seleccionadas son:

- Sistema 1: MMY-MAP1204HT8-E (12 HP)
- Sistema 2: MMY-MAP1404HT8-E (14 HP)
- Sistema 3: MMY-MAP0804HT8-E (8 HP)

Se pueden ver todos estos cálculos a continuación (Anexo 3), así como distribuidores y colectores utilizados para cada uno de los sistemas y las unidades interiores para cada una de las zonas; todo ello calculado mediante el softWare de diseño de esquemas frigoríficos de Toshiba (piping). A continuación se muestra una captura del programa de diseño:

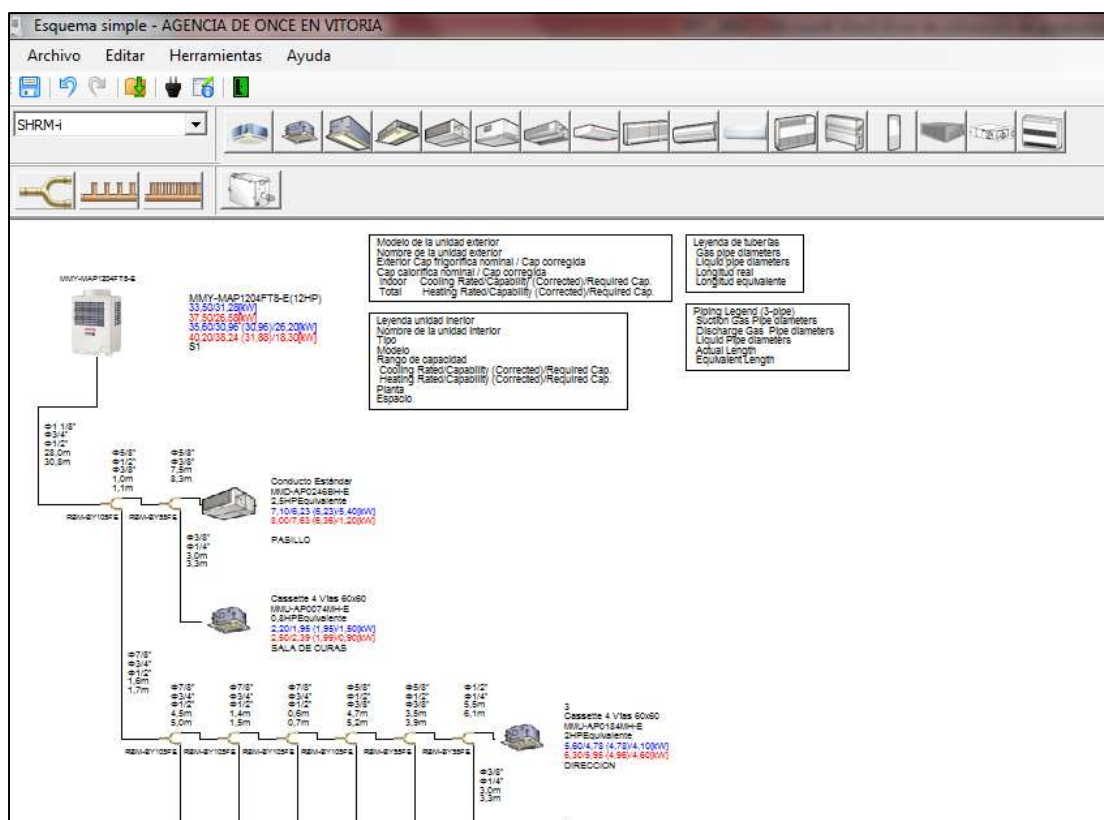


Figura 26. Captura software Selection Tool Toshiba.

6.1.3 Selección de las unidades interiores

A partir de la potencia requerida en cada espacio, se seleccionan en el catálogo las diferentes unidades interiores a utilizar.

En el software Selection Tool se necesita introducir las condiciones de temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo en refrigeración, la humedad y la temperatura de bulbo seco en calefacción.

La capacidad a introducir es la proporcionada en el resumen de cargas del HAP. Se necesitará la carga total en refrigeración, la carga sensible en refrigeración y la carga en calefacción.

Se muestra a continuación la definición de la unidad interior de sala de curas, en donde la carga total en refrigeración es de 1,5 kW, la carga sensible en refrigeración es de 1,1 kW y la carga en calefacción es de 0,9 kW.

En la figura anterior se muestra el valor de la capacidad corregida, que es la corrección que determina el programa de la carga total teniendo en cuenta las pérdidas de la instalación.

Esta unidad interior, según especificación tiene una potencia de 2,2 kW, pero debido a los coeficientes de compensación disminuye hasta 1,95 kW. En esta unidad cabría destacar que la disminución de la potencia se debe principalmente a las distancias entre evaporadoras y a condensadoras, longitudes de tubería, la

temperatura del bulbo húmedo y bulbo seco y la distancia a la que impulsan los conductos.

Datos de unidad interior			
No.	2		
Nombre del modelo	Cassette 4 Vías 60x60(MMU-AP0074MH-E)	-	
Nombre de la unidad interior		-	
Nombre del espacio		-	
Nombre del suelo	SALA DE CURAS	-	
Selección del metodo de unidad interior	✓ Auto	-	
Rango de capacidad (*)	MMU-AP0074MH-E(Code 0,80HP, 2,20kW / 2,5	-	
Tipo de control	Individual	-	
Configuración del grupo	Nada	-	
Temperatura interior de bulbo seco en refrigeración (*)		24,0	C
Temperatura interior de bulbo humedo en refrigeración (*)		17,1	C
Humedad		50	%
Temperatura interior de bulbo seco en calefacción (*)		22,0	C
Cap. en refrigeración/Cap. Corregida/ Cap. Requerida (*)	2,20 / 1,95 (1,95) /	1,50	kW
Cap. Sensible en refrigeración/ Cap. Corregida/ Cap. Requerida (*)	1,70 / 1,57 /	1,10	kW
Cap. en calefacción/Cap. Corregida/ Cap. Requerida (*)	2,50 / 2,39 (1,99) /	0,90	kW
Longitud de tubería desde la derivación (Equivalente) (*)		3,3	m
Longitud de tubería desde la derivación (Real) (*)		3,0	m
Diferencia de altura entre interior y exterior		-3,0	m

Figura 27. Definición unidad interior Sala de curas.

Las unidades interiores elegidas para este proyecto se reflejan en la siguiente tabla:

ESPACIOS	ÁREA (m²)	UNIDAD INTERIOR	TIPO
Dirección	24,0	MMU-AP0184MH-E	Cassette 60x60
Secretaría	13,7	MMU-AP0074MH-E	Cassette 60x60
Consejo territorial	22,5	MMU-AP0184MH-E	Cassette 60x60
Despacho sindical	13,5	MMU-AP0094MH-E	Cassette 60x60
Especialista de ventas	13,5	MMU-AP0094MH-E	Cassette 60x60
Médico	13,5	MMU-AP0094MH-E	Cassette 60x60
Sala de curas	13,5	MMU-AP0074MH-E	Cassette 60x60
Pasillo	76,3	MMD-AP0246BH-E	Conducto estándar
Taquillas	30,9	MMU-AP0154MH-E	Cassette 60x60
Salon de actos	107,3	2 x MMD-AP0484H-E	Conductos alta presión
Distribuidor+Entrada	59	MMD-AP0186BH-E	Conducto estándar
Despacho TR	25	MMU-AP0242H	Cassette 90x90
Despacho asist. Social	13,5	MMU-AP0074MH-E	Cassette 60x60
Pasillo aulas	24	MMD-AP0096BH-E	Conducto estándar
Sala nueva	5	MMU-AP0074MH-E	Cassette 60x60
Sala del mayor	39,6	2 x MMU-AP0124H-E	Cassette 60x60

Tabla 6. Unidades interiores diferenciadas por espacios en la instalación

6.1.4 Distribuidores y colectores

Gracias a la gran versatilidad de los sistemas SMMSi, se puede usar prácticamente cualquier configuración imaginable con los distribuidores y/o colectores para conseguir la instalación de tubería más corta. La tubería se puede extender en cualquier dirección para facilitar el mantenimiento de la instalación.

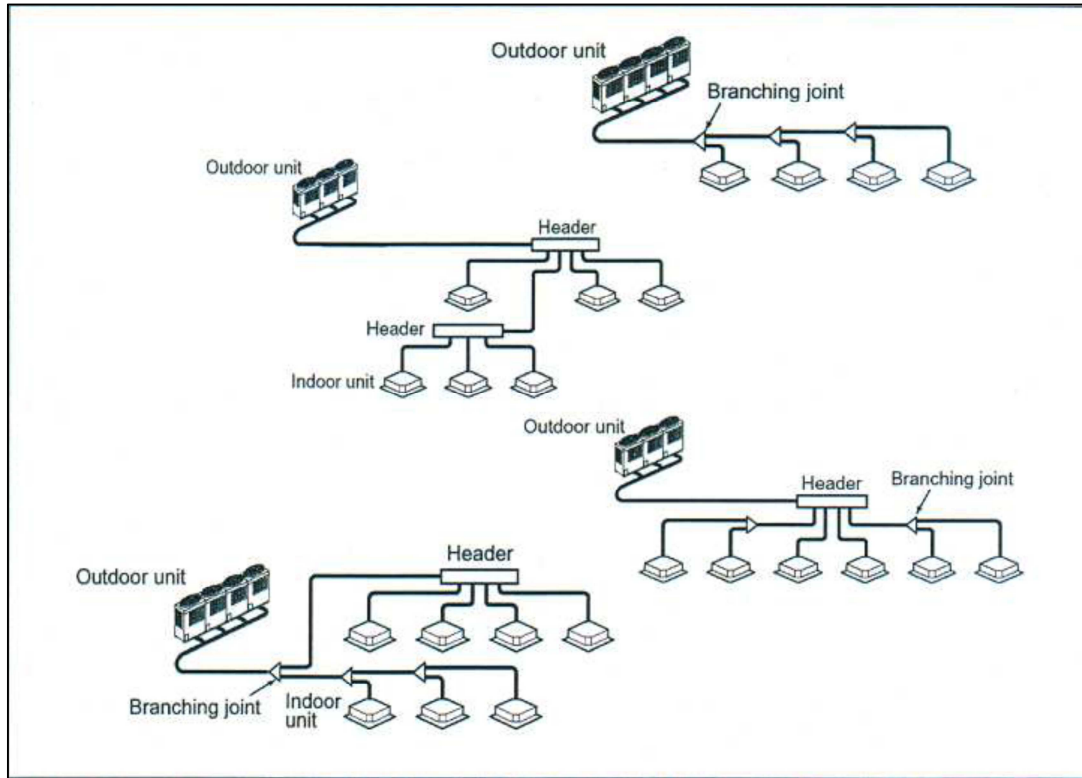


Figura 28. Configuraciones del sistema SMMSi.

Se muestran a continuación unos ejemplos de distribuidores de dos tubos de Toshiba:



Figura 29. Distribuidores en Y

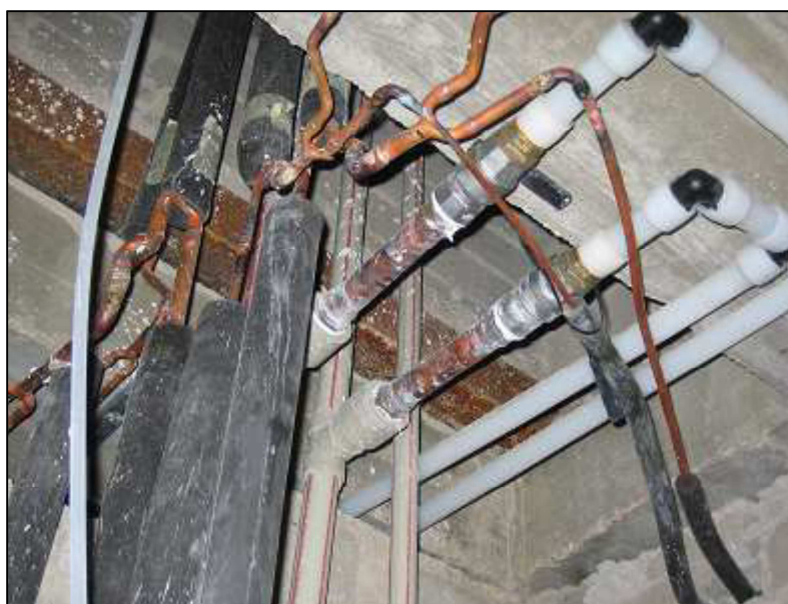


Figura 30. Distribuidores RBMBY55E

6.2 DIMENSIONADO DE CONDUCTOS

Se debe tener en cuenta, en la etapa de la elaboración de la instalación, como afecta al personal, el lugar de la instalación de la unidad interior y la configuración de su difusor. Las corrientes de aire frío se asocian a menudo al aire acondicionado, y efectivamente, esto se puede deber a un mal concepto de la instalación.

La altura del techo es también muy significativa. Los fabricantes están de acuerdo al afirmar que la altura bajo techo óptima está situada entre 2,70 y 3,5 m. y aire frío a 16°C suministrado a esta altura, es capaz de mezclarse con el aire interno antes de afectar a los ocupantes, y por consiguiente no se sentirá ninguna sensación de frío. Es evidente que el emplazamiento de la unidad interior así como la altura bajo techo y su forma tiene una influencia importante sobre las corrientes de aire, o por el contrario, sobre la carencia de circulación del aire. Esta excepción, requiere sin embargo, algunos comentarios sobre las propiedades del aire. El aire impulsado tiende a pegarse al techo algunos momentos antes de descender de nuevo. Esta propiedad se conoce bajo el nombre de *efecto Coanda*, y favorece la mezcla entre aire impulsado y el aire del ambiente. Lamentablemente, la presencia de cualquier barrera como tabiques, lámparas, formas de escayola, etc. tiene un efecto fatal sobre dicha barrera al interrumpir la circulación del aire. El aire impulsado, al chocar con un obstáculo, bajará inmediatamente y producirá un malestar en las personas que se encuentren directamente debajo. De un modo similar, dos unidades, que se encuentren una enfrente de la otra, crearan una sensación idéntica de malestar, debido a la colisión de sus dos corrientes respectivas de aire.

Normalmente el diseño del tendido de conductos se realiza de la forma más sencilla posible y simétrica, para así poder obtener un correcto equilibrado del circuito. Se tiene que tener en cuenta a la hora del cálculo de conductos que el nivel de presión sonora no sobrepase lo establecido en el Documento Básico HR.

El dimensionamiento de conductos se puede realizar, o bien por el sistema de baja velocidad en el cual la velocidad no sobrepasa los 5 m/s, o bien por el sistema de alta velocidad donde la velocidad se limita a 12 m/s. Dichos sistemas se pueden hacer por uno de los tres métodos siguientes:

- Reducción de velocidad.
- Recuperación estática.
- Pérdida de carga constante.

En este proyecto se ha elegido el método de recuperación estática. Se basa en reducir la velocidad de circulación, tramo a tramo, de forma que la recuperación de presión estática compense la pérdida de presión debida al rozamiento. La finalidad es conseguir que, a lo largo de un ramal, la presión estática en todas las bocas sea prácticamente la misma y facilitar el equilibrado de la red. El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Una vez se tiene el esquema de la red de conductos y conociendo las características del ventilador se calcula el caudal de aire en cada tramo.
2. Debe escogerse una velocidad de circulación, para el primer tramo, lo más elevada posible teniendo en cuenta las limitaciones del material e instalación.
3. Siguiendo el ramal principal, se calcula la velocidad en cada tramo procurando que la presión estática en cada bifurcación sea la misma teniendo en cuenta que la pérdida de carga por rozamiento debe compensarse mediante la ganancia por recuperación estática.
4. Conociendo la pérdida de carga del tramo anterior, se estima la del tramo que se está calculando y se escoge una velocidad menor que la del tramo anterior. Se calcula el área de la sección recta y el diámetro equivalente.
5. Conociendo el diámetro equivalente y el caudal, se calcula la pérdida de carga por unidad de longitud.
6. Sabiendo la velocidad de circulación en este tramo y la del anterior, se calcula la recuperación de presión estática y se comprueba que esta recuperación compensa la pérdida por rozamiento.
7. Se calcula la pérdida de carga en el tramo, que es igual a la diferencia entre la pérdida por rozamiento y la ganancia por recuperación estática.
8. Sumando todas las pérdidas, tramo a tramo, se calcula la pérdida total.
9. Se comprueba que el ventilador sea capaz de suministrar esta presión estática. En caso afirmativo se continúa adelante y en caso negativo se redistribuyen las velocidades (punto 3) o se elige otro ventilador (punto 1) y se repite el cálculo.
10. Se calculan las pérdidas de carga en los demás ramales y la presión estática en cada boca de descarga.
11. Se evalúa el equilibrado del circuito y se decide si es aceptable o no.

Para la elección y dimensionamiento de los conductos se ha utilizado el software MC4 Suite, como ya se mencionó anteriormente.

UNIDAD INTERIOR	ESPACIOS	CONDUCTOS
MMD-AP0246BH-E	Pasillo	Conducto estándar
2 x MMD-AP0484H-E	Salón de actos	Conducto alta presión
MMD-AP0186BH-E	Distribuidor+Entrada	Conducto estándar
MMD-AP0096BH-E	Pasillo aulas	Conducto estándar

6.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

6.3.1 Definiciones

El circuito de refrigeración es el conjunto de tuberías que sirven para la canalización y conducción del refrigerante. El tendido de la línea de refrigeración es un requisito importante para el éxito de la instalación. El proyectista que efectúe el cálculo de carga y la selección del equipo, deberá también incluir en su proyecto el tamaño y disposición de las tuberías de líquido y aspiración o descarga.

Estas tuberías estarán debidamente aisladas con coquilla de tipo armaflex o similar, de espesor según el calibre y normativa correspondiente. Los recorridos de los circuitos en el exterior estarán protegidos con algún tipo de canaleta de PVC o chapa galvanizada. Los recorridos de las tuberías comienzan desde la unidad exterior hasta la red de distribución en cada planta y una vez en esta, se llevan a través de los falsos techos de los pasillos y se conectarán a cada unidad interior.

El material más económico y satisfactorio es el cobre deshidratado, que debe usarse en espesores de pared medios o gruesos. Las uniones entre las tuberías y los accesorios deberán ser soldadas con varilla de aleación de plata en una atmosfera de nitrógeno seco.

Hay varios puntos característicos a tener en cuenta:

- El propósito principal del circuito frigorífico es conducir el refrigerante de un elemento a otro del sistema de refrigeración.
- La circulación del refrigerante debe conseguirse sin grandes caídas de presión producidas por: fricción, largos tramos verticales, estrechamientos, o cambios de dirección.
- Las líneas deben ser lo más cortas y directas posible. Esto no solo reducirá el costo, sino que producirá un funcionamiento mejor de todo el sistema al existir caídas de presión inferiores, ya que a mayor distancia, más consumo y por tanto, menor rendimiento de las unidades.
- Usar el mínimo número de juntas y acoplamientos posibles. Esto reducirá el costo de la instalación y la posibilidad de fugas.

- El diseño de las tuberías debe impedir la entrada de líquido en el compresor.

El dimensionado de tuberías se realiza de acuerdo con lo especificado en la IT 1.2.4.2. Dicho dimensionado consiste en la determinación de la pérdida de carga de la misma mediante la selección de los diámetros más apropiados; por su parte el equilibrado de la red se basa en conseguir que los distintos circuitos por los que puede circular el fluido frigorífero dentro de una red de tuberías, presenten, teóricamente, la misma caída de presión; en la práctica esto es virtualmente imposible, considerándose equilibrado un circuito si su caída de presión no difiere en más de un 15% de la media de las caídas de presión de los distintos circuitos que integran la red.

Para el cálculo y diseño de las líneas de refrigerante, hay que tener en cuenta que en los equipos de bomba de calor es necesario disponer de una válvula antirretorno, para el funcionamiento inverso. También hay que considerar las configuraciones posibles en función de la posición de los equipos: es este proyecto las exteriores están por encima de las interiores.

A continuación se muestran las pérdidas de carga expresados en longitud equivalente de tubo (m).

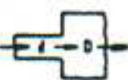
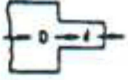




DIAMETRO EXTERIOR		Ensanchamiento brusco d/D *			Contracción brusca d/D *			Aristas vivas *		Orificio entrante *	
		1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Acero	Cobre										
17,2	1/2	0,42	0,24	0,09	0,21	0,15	0,09	0,46	0,24	0,45	0,34
21,3	5/8	0,54	0,33	0,12	0,27	0,21	0,12	0,54	0,30	0,54	0,46
26,9	7/8	0,79	0,46	0,15	0,36	0,30	0,15	0,85	0,42	0,85	0,67
33,7	1 1/8	0,98	0,61	0,21	0,49	0,36	0,21	1,1	0,54	1,1	0,82
42,4	1 3/8	1,4	0,91	0,30	0,70	0,54	0,30	1,6	0,79	1,6	1,3
48,3	1 5/8	1,8	1,1	0,36	0,88	0,66	0,36	2,0	1,0	2,0	1,5
60,3	2 1/8	2,4	1,5	0,49	1,2	0,91	0,49	2,7	1,3	2,7	2,0
73	2 5/8	3,0	1,9	0,61	1,5	1,2	0,61	3,6	1,7	3,6	2,6
88,9	3 1/8	4,0	2,4	0,79	2,0	1,5	0,79	4,3	2,2	4,2	3,3
101,6	3 5/8	4,6	2,6	0,91	2,3	1,8	0,91	5,2	2,6	5,2	3,9
114,3	4 1/8	5,2	3,3	1,2	2,7	2,1	1,2	6,1	3,0	6,1	4,9
141,3	5 1/8	7,3	4,6	1,5	3,6	2,7	1,5	8,2	4,2	8,2	6,1
168,3	6 1/8	8,8	6,7	1,8	4,6	3,3	1,8	10,1	5,6	10,1	7,6
219,1	8 1/8	-	7,6	2,6	-	4,6	2,6	14,3	7,3	14,3	10,7
273	-	-	9,8	3,3	-	6,1	3,3	18,3	8,8	18,3	14,0
323,9	-	-	12,5	3,9	-	7,6	3,9	22,2	11,3	22,2	17,4
355,6	-	-	-	4,9	-	-	4,9	26,2	13,7	26,2	20,0
406,4	-	-	-	5,5	-	-	5,5	29,3	15,3	29,2	23,4
457,2	-	-	-	6,1	-	-	6,1	35,0	17,7	35,0	27,4
508	-	-	-	-	-	-	-	43,4	21,4	43,2	32,0
609,6	-	-	-	-	-	-	-	49,8	25,3	49,6	39,6

Figura 31. Pérdida de carga en una tubería

Tanto para el diseño de la tubería de aspiración como la de descarga hay que tener en cuenta dos condiciones fundamentales:

- La pérdida de presión del gas refrigerante.
- El retorno del aceite al compresor.

Para la tubería de aspiración (gas) la pérdida de presión se produce como consecuencia del rozamiento del gas con las paredes del tubo y provoca una disminución de la densidad del refrigerante y, por tanto, una reducción de la capacidad del sistema. Para conseguir un rendimiento aceptable se debe seleccionar una tubería que, para la longitud deseada, origine una caída de presión inferior a 3 psi o 20 kPa. Esta pérdida de presión aumenta con la longitud de la línea y es mayor cuanto más pequeño sea su diámetro.

En la línea de descarga (gas) no es tan crítica la caída de presión como en las de aspiración; sin embargo desde el punto de vista del rendimiento frigorífico de la instalación, es deseable la mínima pérdida posible, por lo que se limita, también en este caso a 3 psi.

En el retorno del aceite al compresor, el refrigerante siempre contiene alguna cantidad de aceite (entre el 1 y el 4 % en peso) circulando por el sistema, debido a su afinidad; pero en determinadas condiciones de presión y temperatura, como pueden ser las que se encuentran en el evaporador y la línea de aspiración, pueden dejar de ser miscibles.

Si el aceite no retorna al compresor, este se iría quedando poco a poco sin lubricación. Es importante asegurar que el aceite sea arrastrado por el refrigerante, para lo cual se necesitará una velocidad mínima de 6 m/s en los tramos ascendentes. En los tramos descendentes u horizontales con pequeña inclinación no es tan importante la velocidad, ya que la gravedad mantiene la circulación del aceite. Si las líneas horizontales no tienen pendiente, deberán obtenerse velocidades de al menos 3m/s. En cualquier caso la velocidad del gas refrigerante no debe pasar de 15m/s, ya que a velocidades más altas se producirían ruidos molestos.

Para el dimensionado de la línea de aspiración y/o retorno, una vez definido su trazado, hay que conocer su longitud equivalente: es la suma de su longitud física más la equivalente de los elementos singulares tales como codos, curvas, etc. Hay que calcular por separado los tramos horizontales y verticales.

La línea de líquido presenta menos problemas en funcionamiento que las de aspiración y descarga, ya que el aceite siempre circula por ella mezclado con el refrigerante, independiente de la velocidad. En la esta línea no es importante la velocidad, pero hay que tener en cuenta otros factores: el subenfriamiento del líquido y el peso de la columna de refrigerante.

- Subenfriamiento:

Para el correcto funcionamiento de la válvula de expansión o tubo capilar, el líquido refrigerante que llega a ellos no debe contener burbujas de gas. Para ello el refrigerante debe tener al menos 1°C de subenfriamiento (temperatura real 1°C por debajo de la temperatura de saturación correspondiente a la presión de condensación) a la entrada de la válvula del tubo capilar. Debido a la caída de presión que se produce en la línea de líquido, este llega al sistema de expansión con una presión inferior a la

de salida del condensador, lo que puede llevar consigo la formación de gas. Para evitado, el líquido debe subenfriarse en el condensador unos 5°C o más.

La pérdida de presión tiene lugar por el rozamiento de circulación en la línea, pero también se produce, y en mayor proporción, debido a la diferencia de nivel entre los extremos de la línea cuando esta es ascendente.

- Peso de la columna de líquido:

Cuando la línea de líquido es descendente el subenfriamiento está asegurado, ya que en este caso, en vez de pérdida de presión, el peso de la columna de refrigerante hace que esta sea mayor que la salida del condensador. Aquí el problema que se presenta es evitar una excesiva sobre-presión en la entrada del sistema de expansión. Para ello, si la altura de la línea de líquido es superior a 10 m, hay que colocar en la parte inferior un ecualizador de presión que contrarreste el peso de la columna.

Para el dimensionamiento de la línea de líquido, una vez conocida su longitud equivalente, bastará con elegir el diámetro adecuado en función de dicha longitud, de forma que la pérdida de presión no sea superior a 68 kPa.

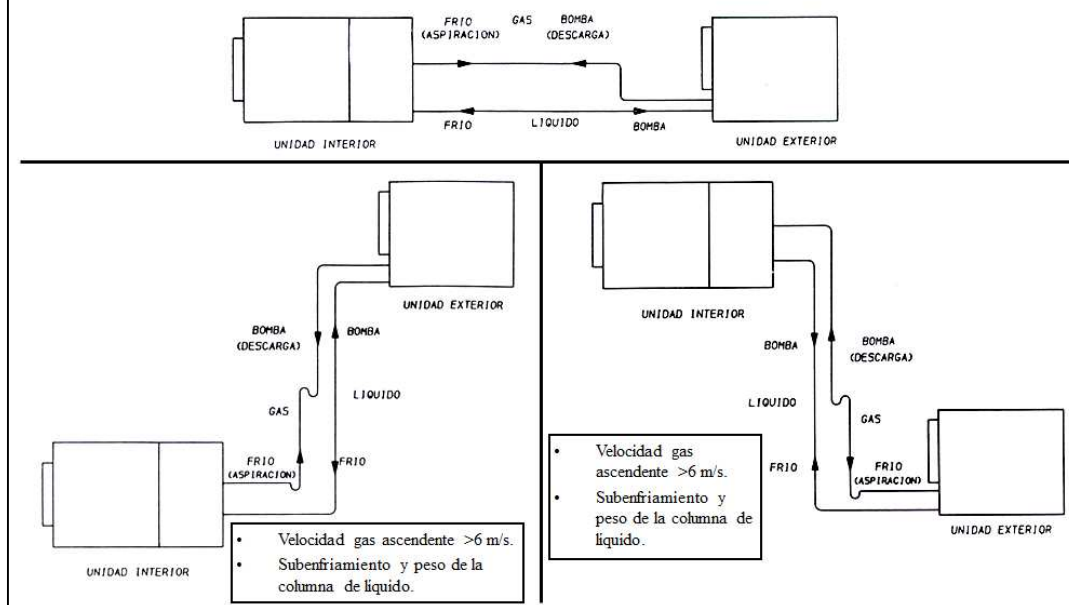
Todos los cálculos para los dimensionamientos se hacen con los siguientes datos:

- **Gas:** velocidad (m/s), diámetro (pulgadas) y pérdida de presión/10 m de longitud equivalente.
- **Líquido:** diámetro (pulgadas) y pérdida de presión/10 m de longitud equivalente.

Al igual que se ha hecho con los conductos, no se ha realizado un estudio exhaustivo con las tuberías de gas y líquido de los sistemas al basarse en los estudios realizados en la empresa Toshiba para crear un software de equilibrado automático de la red de tuberías en función de la potencia que cuelga en los ramales.

Tras colocar las evaporadoras en su correspondiente condensadora modular y conociendo la longitud y altura que las separa, se han calculado los diámetros y el líquido refrigerante que las recorre. Este cálculo se realiza con el programa informático de TOSHIBA “Piping Selection Tool” SMMS/MINI SMMS”.

MODELOS BOMBA DE CALOR



6.3.1.1 Bomba de calor

Debido a esta circunstancia, la línea de gas es, al mismo tiempo, de aspiración en un ciclo y de descarga en el otro. De la misma forma, la línea de líquido es ascendente en un ciclo y descendente en el otro.

- ❖ La unidad exterior se sitúa en una cota más elevada.
- ❖ La unidad interior se sitúa en una cota más elevada.
- ❖ Ambas unidades a la misma cota.

82

La situación más desfavorable se da cuando la unidad exterior está por debajo de la interior, en la cuál la velocidad del gas en descarga es aproximadamente la mitad que en aspiración, por lo que resulta más difícil conseguir los 6 m/s requeridos para el arrastre de aceite.

Para la línea de líquido, en ambos casos, al ser unas veces descendente y otras ascendente habrá que tener en cuenta los problemas que puedan presentarse tanto por subenfriamiento como por peso de la columna.

6.4 Dimensionamiento recuperadores

Las unidades de recuperación de calor son adecuadas para aplicaciones residenciales y comerciales, ofrecen un verdadero ahorro en plantas de ventilación forzada, mediante el uso de un intercambiador de flujo transversal fabricado en aluminio.

Está formado por un intercambiador de placas de alta eficiencia de tipo estático, a flujos cruzados que garantiza la máxima fiabilidad y un funcionamiento seguro, con certificado EUROVENT. El intercambio se realiza mediante placas de aluminio selladas herméticamente evitando el contacto entre los dos caudales de aire.

Poseen filtros según RITE de alta eficacia de espesor 48 mm según calidad de aire exigida (F6, F7 y F8) integrados dentro del equipo, fácilmente extraíbles. También, ventiladores de impulsión y retorno centrífugos a doble aspiración con motor eléctrico directamente acoplado y control eléctrico con varias velocidades. Los ventiladores cumplen con los requisitos para el año 2013 de la directiva ErP 2009/125/EC.

A continuación se muestra una representación:



Figura 33. Esquema de un recuperador VNMARR- de Toshiba

Para saber cuál recuperador se debe elegir, se recurre a la información del reporte de ventilación de HAP. Con esos datos que se ven reflejados en la siguiente tabla se calculará el caudal necesario para la correcta ventilación:

Nombre de la zona	Área (m ²)	Ocupantes máximos	Caudal de aire corregido (L/s)	Caudal de aire corregido (m ³ /h)
DIRECCION	24	9	112,5	405
SECRETARIA	13,7	1	12,5	45
CONSEJO TERRITORIAL	22,5	9	112,5	405
DESPACHO SINDICAL	13,5	3	37,5	135
ESPECIALISTA	13,5	3	37,5	135
MEDICO	13,5	3	37,5	135
SALA DE CURAS	13,5	1	12,5	45
PASILLO	76,3	1	12,5	45
TAQUILLAS	30,9	4	50	180
SALON DE ACTOS	107,3	58	725	2610
DISTRIBUIDOR ENTRADA	59	1	12,5	45
DESPACHO TR	25	10	125	450
DESP.ASIST.SOCIAL	13,5	3	37,5	135
PASILLO AULAS	24	1	12,5	45
SALA NUEVA	5	1	12,5	45
SALA DEL MAYOR	39,6	6	75	270
TOTAL	494,8		1425	5130

Se ha decidido instalar tres recuperadores por zonas, que recorren los siguientes espacios cada uno de ellos:

- Recuperador 1: sala de curas, médico, especialista, despacho sindical, consejo territorial, secretaría, dirección y taquillas.
- Recuperador 2: salón de actos
- Recuperador 3: despacho TR, despacho asist. Social, sala del mayor y sala nueva.

Si se suman los caudales de cada zona, se obtendrá el caudal que se necesita para elegir el recuperador:

	Caudal (L/s)	Caudal (m ³ /h)	Recuperador	Recuperador corregido
Recuperador 1	412,5	1485	VNMARR14	VNMARR19
Recuperador 2	725	2610	VNMARR30	VNMARR40
Recuperador 3	250	900	VNMARR10	VNMARR14

Se eligen por tanto los caudales de la siguiente tabla, pero habrá que tener en cuenta las curvas características de los recuperadores, ya que al incluir los filtros F6 y F8, se reduce la capacidad debido a las pérdidas.

MODELO		VNMARR05	VNMARR08	VNMARR10	VNMARR14	VNMARR19	VNMARR30	VNMARR40	VNMARR50	VNMARR60
Caudal de aire nominal	M3/H	500	800	1.000	1.400	1.900	3.000	4.000	5.000	6.000
Tipo de Ventilador	Mod.	HR96	HT62	7.7	9.7	9.7	10.8	10.10	12.9	12.2
Presión Estática (m3/h)	Max.	500	930	1.100	1.500	2.000	4.000	4.000	5.000	6.000
	med.	380	790	790	1.100	1.400	3.000	3.000	4.000	5.000
	min.	180	440	440	1.000	1.100	2.000	2.000	1.500	2.500
Presión Estática (Pa)	Max.	140	200	200	420	440	515	525	540	525
	med.	80	145	145	400	420	500	575	615	565
	min.	63	45	45	380	400	460	612	660	690
Alimentación	V/F/Hz	220-240 /1/50						380-400/3/50		
Presión Externa dB(A)	1 mt	51	52	58	59	62	64	64	66	65
	Retor	60	62	69	69	62	68	69	72	71
	Impul	63	64	72	72	64	69	69	70	72
recuperador	Tipo	02N290	03N310	03N360	03N360	03N480	05N580	06A600	06A800	07N795
	Rendimiento Potencia Térmica	%	49,6	52,6	53	51,9	50,5	52,5	51,5	52
	Temperatura de salida de aire	°C	9,3	9,6	10,3	10	9,6	10,1	9,9	10
	Potencia térmica	Kw	1,85	3,38	4,44	5,21	8,03	13,2	17,2	21,8
Ventilador	Nº polos	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Nº de velocidades	3	3	3	3	3	3	1	1	1
	Consumo	w	2 X 150	2 x 355	2 x 355	2 x 480	2 x 555	2 x 555	2 x 735	2 x 1500
	Nº de ventiladores	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Transmisión	DIRECTA						DIRECTA		
Peso (aprox.)	Kg	35	49	62	67	75	112	167	186	206

Figura 34. Diferentes modelos de recuperadores de calor todo aire según el caudal.

Se muestra a continuación un ejemplo para el recuperador del tipo VNMARR10, cuyo caudal de aire nominal en tablas se fija en 1000 m³/h.

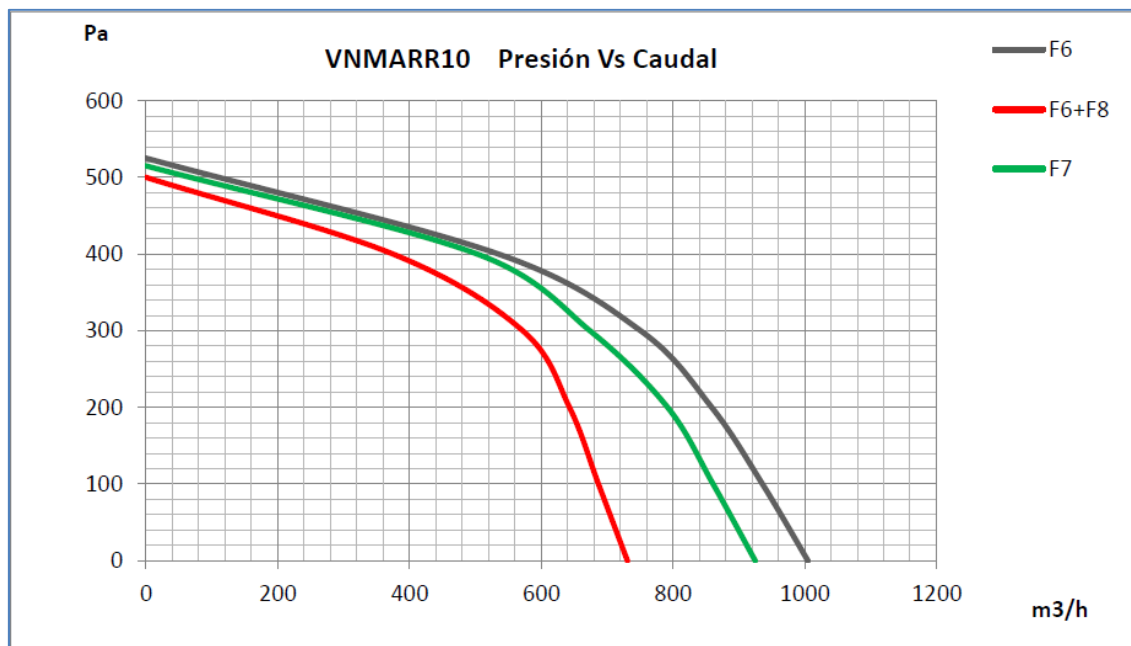


Figura 35. Curva característica para el recuperador VNMARR10

Como se puede ver, con los filtros F6+F8, no se llega al caudal máximo de 1000 m³/h, sino que se queda en 725 m³/h, por lo que será necesario recurrir a un recuperador de mayor capacidad, que en este caso es el VNMARR14.

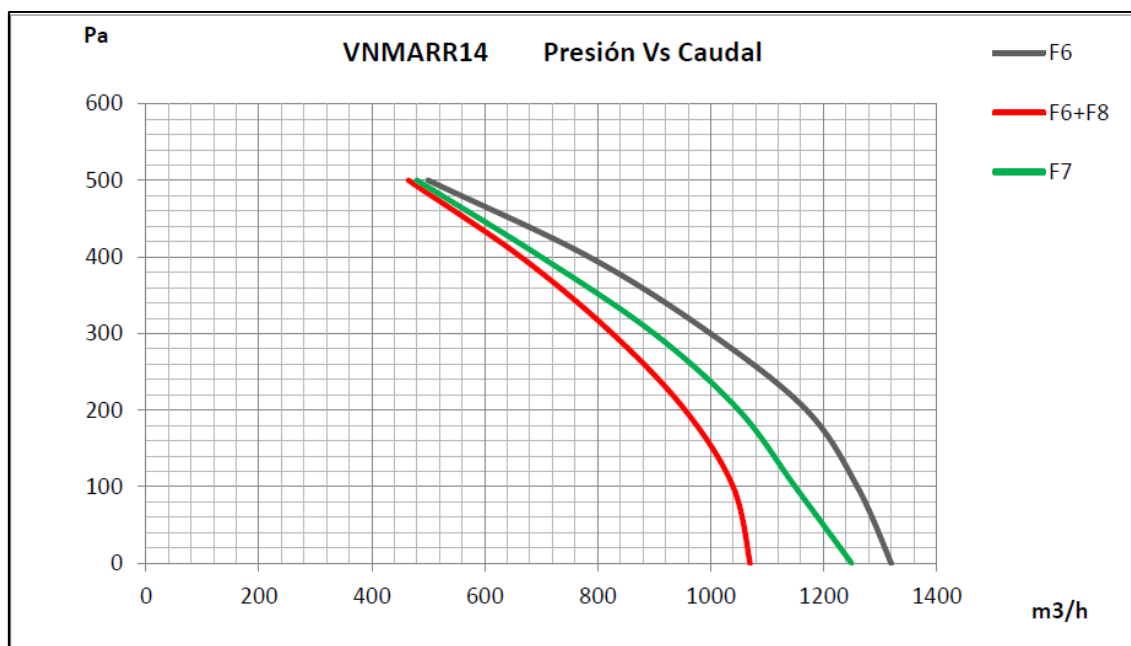


Figura 36. Curva característica para el recuperador VNMARR14

6.5 Legislación sobre Gases Fluorados de Efecto Invernadero

6.5.1 Impuesto sobre gases fluorados

Este impuesto está regulado por:

- Ley 16/2013, de 29 de Octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financiera.
- Real Decreto 1042/2013, de 27 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre los Gases Fluorados de efecto invernadero.

6.5.1.1 Aspectos generales del impuesto

Fecha de aplicación: 1 de Enero de 2014.

Naturaleza del Impuesto: Tributo de naturaleza indirecta que grava en fase única el consumo de los gases fluorados de efecto invernadero, atendiendo a su Potencial de Calentamiento Atmosférico, en adelante PCA.

Hecho imponible: Está sujeta al impuesto la primera venta o entrega de los gases fluorados de efecto invernadero tras su producción, importación o adquisición intracomunitaria, cuyo PCA sea superior a 150.

Tipo impositivo: El tipo impositivo es el resultado de aplicar el coeficiente del 0,020 al PCA que corresponda a cada gas fluorado, con un máximo de 100 €/Kg.

Periodo transitorio: Para los ejercicios 2014 y 2015, la cuota que se aplicará será la resultante de multiplicar los tipos impositivos establecidos para cada uno de los gases fluorados, por los coeficientes 0,33 y 0,66 respectivamente.

Repercusión: El contribuyente repercutirá el importe del impuesto sobre el adquirente y lo reflejará en la factura de forma separada del resto de los conceptos. El impuesto forma parte de la Base Imponible del IVA.

Exenciones: estarán exentos, entre otros, del pago del impuesto de gases fluorados destinados a:

- Su reventa en el ámbito territorial de aplicación del impuesto.
- Su venta a empresarios que los utilicen o envíen fuera del ámbito territorial de aplicación del impuesto, incluidos los contenidos en productos, equipos o aparatos.
- Su utilización para su incorporación por primera vez a equipos o aparatos nuevos.
- La primera venta o entrega de los gases fluorados de efecto invernadero, importados o adquiridos en equipos o aparatos nuevos.

El carácter de equipo o aparato nuevo se acreditará, conforme a la legislación sectorial, con el certificado de instalación o, en su defecto, de acuerdo con la factura, contrato, nota de pedido u otro documento acreditativo de la adquisición de los mismos.

Por ello, conviene que el volumen de refrigerante en la instalación sea el mínimo posible, para evitar sobre costes de recarga de la máquina. Las fugas han de minimizarse. Este relativamente nuevo impuesto puede presentar una desventaja sobre los sistemas VRV comparado con los sistemas todo agua, que suelen presentar un volumen de refrigerante más pequeño a misma potencia frigorífica.

6.5.2 Seguridad de locales por gas refrigerante

Criterios de seguridad de locales por gas refrigerante: BOE.Num.57 Sec.I. Pág.25824

Atendiendo a criterios de seguridad, el local objeto a estudio se clasifica en la Categoría B. (Locales donde las personas pueden pernoctar y locales en los que no se controla el número de personas presentes o a los que tiene acceso cualquier persona no familiarizada con las medidas de seguridad personales requeridas).

Las instalaciones frigoríficas se clasifican en función del riesgo potencial en las categorías siguientes:

Nivel 1. Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores por cada sistema inferior o igual a 30 kW siempre que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos no exceda de 100 kW, o por

equipos compactos de cualquier potencia, siempre que en ambos casos utilicen refrigerantes de alta seguridad (L1), y que no refrigeren cámaras o conjuntos de cámaras de atmósfera artificial de cualquier volumen.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 deberán reunir los siguientes requisitos:

- En sistemas directos e indirectos abiertos no ventilados la carga máxima de refrigerante en kg. Contenida en un sistema de refrigeración no podrá sobrepasar el valor resultante de multiplicar:
 - El límite práctico del refrigerante utilizado en kg/m^3 por el volumen de cálculo en m^3 . Este volumen de cálculo será el correspondiente al espacio más pequeño ocupado habitualmente por personas, en donde estén emplazados componentes que contengan refrigerante.

Clasificación		Refrigerante 2)	DENOMINACIÓN	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Límite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasificación según 8) REP	
Grupo L	Grupo seguridad							N.º	Límites de inflamabilidad						
									Temp. Auto-ignición °C	Límite inferior kg/m³ % v/v	Límite superior kg/m³ % v/v				
1	A1 / A1	R-404A ⁽¹¹⁾	R-125/143a/134a (44/52/4)	CF3CHF2+ CF3CH3+ CF3CH2F	97.6	0.48	-46.5 a -45.7	728	-	-	-	-	3 260	0	2
1	A1 / A1	R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	CHClF2+ CHF2CH3+ CH3CClF2+ C4F8 ⁽¹⁰⁾	111.9	*	-32.8 a -24.4	*	-	-	-	-	4 480	0.028	2
1	A1 / A1	R-407A ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (20/40/40)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	90.1	0.33	-45.2 a -38.7	685	-	-	-	-	1 770	0	2
1	A1 / A1	R-407B ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (10/70/20)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	102.9	0.35	-46.8 a -42.4	703	-	-	-	-	2 280	0	2
1	A1 / A1	R-407C ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (23/25/52)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	86.2	0.31	-43.8 a -36.7	704	-	-	-	-	1 520	0	2
1	A1 / A1	R-408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	CF3CHF2+ CF3CH3+ CHClF2 ⁽¹⁰⁾	87	0.41	-44.6 a -44.1	*	-	-	-	-	2 650	0.026	2
1	A1 / A1	R-409A	R-22/124/142b (60/25/15)	CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 ⁽¹⁰⁾	97.5	0.16	-34.7 a -26.3	*	-	-	-	-	1 290	0.048	2
1	A1 / A1	R-409B	R-22/124/142b (65/25/10)	CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 ⁽¹⁰⁾	96.7	0.17	-35.8 a -28.2	*	-	-	-	-	1 270	0.048	2
1	A1 / A1	R-410A ⁽¹¹⁾	R-32/125 (50/50)	CH2F2+ CF3CHF2	72.6	0.44	-51.6 a -51.5	*	-	-	-	-	1 720	0	2
1	A1 / A1	R-410B ⁽¹¹⁾	R-32/125 (45/55)	CH2F2+ CF3CHF2	75.5	0.43	-51.5 a -51.4	*	-	-	-	-	1 830	0	2

Figura 37. Normativa sobre gas refrigerante según BOE. Num57

Para el caso concreto de este PFC, se tiene:

- Para el Sistema 1:
 - Carga de refrigerante = 6 + 11,5 = 17,5 kg;
 - Volumen habitación más pequeña = 13,5 m² · (2,7+0,4) m = 41,85 m³.
 - 17,5 kg / 41,85 m³ = 0,42 kg/m³.

- Para el Sistema 2:
 - Carga de refrigerante = $7 + 11,5 = 18,5$ kg;
 - Volumen habitación más pequeña = $13,5 \text{ m}^2 \cdot (2,7+0,4) \text{ m} = 41,85 \text{ m}^3$.
 - $18,5 \text{ kg} / 41,85 \text{ m}^3 = 0,44 \text{ kg/m}^3$.
- Para el Sistema 3:
 - Carga de refrigerante = $3,04 + 11,5 = 14,54\text{Kg}$;
 - Volumen habitación más pequeña = $29 \text{ m}^2 \cdot (2,7+0,4) \text{ m} = 89,9 \text{ m}^3$.
 - $14,54\text{Kg} / 89,9\text{m}^3 = 0,16 \text{ kg/m}^3$.

7. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

7.1. GENERALIDADES

7.1.1. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT en adelante) se extiende a la reforma de las instalaciones de producción de frío y calor para el sistema de climatización.

El objeto de este documento es el de definir el alcance del suministro del contratista relacionando sus obligaciones y exclusiones.

7.1.2. Alcance de los trabajos

La **Empresa Instaladora (EI en adelante)** deberá suministrar estudio detallado y definitivo de las Instalaciones necesarias que cumplirán **RITE, IT's y Normas UNE de obligado cumplimiento**, las prescripciones del presente Pliego y los esquemas facilitados, asimismo, deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los planos que confeccione, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las mediciones a realizar y, eventualmente, en los cuadros resumen de los planos.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en planos y mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma. Todos los materiales y equipos suministrados por la EI deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del proyecto, p.e. el pliego de condiciones particulares, se especifique la utilización de material usado.

La EI suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la **Dirección Facultativa o Dirección de la Instalación (DI en adelante)**, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

7.1.3. Planificación y coordinación

Al momento de la presentación de la oferta y como primera aproximación, la EI deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- ❖ Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- ❖ Montaje y pruebas parciales de las redes de distribución.
- ❖ Montaje de salas de máquinas.
- ❖ Montaje de unidades terminales.
- ❖ Montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ❖ Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, la EI adjudicataria, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DI para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

7.1.4. Acopio de materiales

De acuerdo con el plan de obra, la EI irá almacenando en el lugar preestablecido, todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan. La EI quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

7.1.5. Planos, catálogos y muestras

Los planos de proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el contrato. Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones la EI deberá examinar atentamente los planos y detalles de los proyectos arquitectónico y estructural.

7.1.6. Limpieza de la obra

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, la EI deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes.

7.1.7. Andamios y aparejos

La EI deberá suministrar la mano de obra y aparatos como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como intercambiadores de calor, unidades de tratamiento de aire, plantas frigoríficas, conductos, tuberías, etc., desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la EC, bajo la supervisión y responsabilidad de la EI.

7.1.8. Ruidos y vibraciones

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DI, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por RITE, las Ordenanzas Municipales y Ley de Protección del Medio Ambiente de Andalucía.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DI y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (eliminadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc.).

7.1.9. Medio ambiente

El funcionamiento de la instalación no deberá provocar niveles de emisión superiores a los indicados en la ley de Protección Ambiental o en las Ordenanzas Municipales.

7.1.10. Canalizaciones

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a deformar la canalización.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

7.1.11. Protección de partes en movimientos

La EI deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

7.1.12. Protección de elementos a temperatura elevada

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

7.1.13. Cuadros y líneas eléctricas

La Empresa Instaladora Eléctrica (EIE en adelante) suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica. También las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc., así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la memoria del proyecto, las características de las alimentaciones eléctricas serán las siguientes: tensión trifásica a 380 V. entre fases y de 220 V. entre fase y neutro, frecuencia 50 Hz.

7.1.14. Pinturas y colores: Identificación

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas, de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 100.000-86 "CLIMATIZACIÓN. Código de colores", con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, eventualmente, de su aislamiento térmico. Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica.

7.1.15. Limpieza interior de redes de distribución

Todas las redes de distribución de refrigerante en circuito cerrado o abierto deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño. Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones.

Cuando se haya completado la instalación de una red de distribución de un fluido caloportador en sistemas de volumen variable, la EI deberá realizar una prueba de presión a 38kg/cm². Después se realizará el vacío de la línea para su posterior carga de R-410.

7.1.16. Pruebas

La EI pondrá a disposición de la DI todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación:

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra. Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido equilibrada y puesta a punto, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación según se especifica en RITE.

7.1.17. Recepción

Una vez realizadas las pruebas finales en presencia de la DO con resultados satisfactorios, se procederá al acto de recepción de la instalación, con el que se da por finalizado el montaje de la instalación (véase RITE).

Para ello, la EI deberá entregar a la DI la siguiente documentación:

1) Una copia reproducible de los planos definitivos, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la situación de las unidades terminales.

2) Una memoria descriptiva de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.

3) Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.

4) Un esquema de principio en impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.

5) El código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.

6) El manual de instrucciones.

7) El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria

La DI entregará los mencionados documentos al titular de la instalación, junto con las hojas recopilatorias de los resultados de las pruebas parciales y finales y el acta de recepción, firmada por la DI y la EI.

Si durante el periodo de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, estos deberán ser subsanados a la mayor brevedad posible por la EI, sin que esta tenga derecho a reclamar ninguna compensación económica a la propiedad, a menos que demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o por un uso incorrecto de los equipos.

7.1.18. Permisos

La EI deberá gestionar con todos los organismos oficiales competentes la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente pliego.

7.2. TUBERÍAS DE COBRE

7.2.1. Generalidades

Las tuberías se identifican por la clase de material, el tipo de unión, el diámetro nominal DN (en mm. o pulgadas), el diámetro interior (en mm) y la presión nominal de trabajo PN (en bar), de la que depende el espesor del material.

La presión máxima de trabajo PT a la que la tubería podrá estar sometida será una fracción de la presión nominal PN el valor fraccionario depende de la temperatura máxima que puede alcanzar el fluido conducido.

Las tuberías llevarán marcadas de forma indeleble y a distancias convergentes el nombre del fabricante, así como la norma según la cuál están fabricadas.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas oxidadas o de cualquier manera dañadas.

7.2.2. Materiales y aplicaciones

La calidad de los distintos materiales para tuberías y accesorios, queda definida por las normas que se indican a continuación y que deben considerarse como parte integrante de este PCT.

Las líneas frigoríficas se ejecutarán con tubería de cobre, de pureza mínima 99,75% y una densidad de 9,99 g/cm³. La resistencia a tracción será como mínimo de 20 kp/mm².

7.2.3. Instalación

7.2.3.1. Generalidades

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando, siempre que sea posible, tres ejes perpendiculares entre si y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse a las tuberías. Las tuberías se instalarán lo más próximo posible a los paramentos, dejando únicamente el espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico, si existe, y válvulas, purgadores, etc.

La distancia mínima entre tuberías y elementos estructurales u otras tuberías será de 5 cm.

Según el tipo de tubería empleada y la función que esta debe cumplir, las uniones podrán realizarse por soldadura, eléctrica y oxiacetilénica, encolado, rosca, brida o por juntas de compresión o mecánicas. Los extremos de la tubería se prepararan en la forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones y no se permitirá el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

7.2.3.2. Conexiones

Las conexiones de equipos y aparatos a redes de tuberías se harán siempre de forma que la tubería no transmita ningún esfuerzo mecánico al equipo. Las conexiones a equipos y aparatos deben ser fácilmente desmontables por medio de acoplamientos por bridas o roscadas, a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de sustitución o reparación.

Las conexiones de tuberías a equipos o aparatos se harán por bridas para diámetros iguales o superiores a DN 65; se admite la unión por rosca para diámetros inferiores o iguales a DN 50.

7.2.3.3. Purgas

La eliminación de aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito.

7.2.3.4. Dilatación

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción. Los compensadores de dilatación han de ser instalados donde se indique en los planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia de la EI.

7.2.3.5. *Relación con otros servicios*

Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transportan, se instalarán siempre por debajo de conducciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. Las distancias en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento térmico, y la del cable o tubo protector quedan especificadas en REBT, MI.BT. 017, 2.9. Las tuberías no atravesarán chimeneas ni conductos de aire acondicionado o ventilación, no admitiéndose ninguna excepción.

7.2.3.6. *Golpe de ariete*

Para prevenir los efectos de golpes de ariete provocados por la rápida apertura o cierre de elementos como válvulas de retención instaladas en impulsión de bombas nunca se desconectará la alimentación de las unidades interiores de los sistemas VRV.

7.2.3.7. *Vaciado de redes*

Todas las redes de distribución se deberán vaciar mediante recuperadores de refrigerante y nunca expulsándolo libremente al exterior.

7.2.3.8. *Expansión*

Los circuitos cerrados de VRV estarán equipados del correspondiente dispositivo de expansión directa en la unidad interior.

7.2.3.9. *Protecciones*

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, como tuberías, soportes y accesorios de acero negro, serán recubiertos por dos manos de pintura anti-oxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas con minio de plomo, cromados de cinc y óxidos de hierro.

Pueden utilizarse también equipos que suministren corriente de polarización, junto con un estabilizador de corriente y un ánodo auxiliar.

7.3. VÁLVULAS

7.3.1. Generalidades

Las válvulas se identifican por las siguientes características funcionales, que a su vez, dependen de las características físicas de las mismas:

- El caudal, que depende, a paridad de otras condiciones, de la superficie libre de paso.
- La pérdida de presión a obturador abierto, que depende, a paridad de otras condiciones, de la forma del paso del fluido.
- La hermeticidad de la válvula a obturador cerrado o presión diferencial máxima, que depende del tipo de cierre y de los materiales empleados.

- La presión máxima de servicio, que depende del material del cuerpo de válvula, las dimensiones y el espesor del material.
- El tipo y diámetro de las conexiones, por rosca, bridas o soldadura.

7.3.2. Conexiones

Salvo cuando se indique diversamente en el Pliego de Condiciones Particulares PCP o en las mediciones, las conexiones de las válvulas serán de tipo que se indica a continuación, según el DN de la misma:

- Hasta DN 20 incluido: roscadas hembras.
- De DN 25 a DN 65 incluidos: roscadas hembras o por bridas.
- De 80 en adelante: por bridas.

En cuanto a las conexiones de las válvulas de seguridad, deberán seguirse las siguientes instrucciones:

- ✓ El tubo de conexión entre el equipo protegido y la válvula de seguridad no podrá tener una Longitud superior a 10 veces el DN de la misma.
- ✓ La tubería de descarga deberá ser conducida en un lugar visible de la sala de máquinas.
- ✓ La tubería de descarga deberá dimensionarse para poder evacuar el caudal total de descarga de la válvula sin crear una contrapresión apreciable.

Antes de efectuar el montaje de una válvula, en particular cuando esta sea de seguridad, deberá efectuarse una cuidadosa limpieza de las conexiones y, sobre todo, del interior del orificio.

7.3.3. Materiales

Los componentes fundamentales de las válvulas deberán estar contruidos por los materiales que se indicaran a continuación, salvo que en el PCP o en las mediciones no se exija una calidad superior.

7.3.4. Aplicaciones

Las válvulas se elegirán, en general, considerando las condiciones extremas de ejercicio, presión y temperatura, y la función que deben desempeñar en el circuito.

Concretando este aspecto, la elección del tipo de válvula deberá hacerse siguiendo, en orden de preferencia, estos criterios:

- ❖ Para aislamiento: de esfera, mariposa, asiento, pistón y compuerta.
- ❖ Para equilibrado de circuitos: de asiento, de aguja o punzón, de macho.
- ❖ Para vaciado: cilíndricas, de esfera, de macho.
- ❖ Para llenado: de esfera, de asiento.
- ❖ Para purga de aire: válvulas automáticas o válvulas manuales de cilindro o esfera.
- ❖ Para seguridad: Válvulas de resorte.
- ❖ Para retención: de disco, de doble compuerta, de asiento.

7.4. AISLAMIENTO TÉRMICO

7.4.1. Generalidades

El aislamiento térmico de equipos, aparatos y conducciones puede cumplir una o más de las siguientes funciones:

- Reducir la transmisión de calor entre el fluido y el ambiente, con el fin de ahorrar energía.
- Evitar la formación de condensaciones, que podrían dañar la superficie sobre la que se producen.
- Evitar, durante un tiempo limitado, la congelación del líquido en el interior del aparato o tubería.

El nivel de aislamiento que ha de emplearse depende de la función que cumpla. Si se deben limitar las pérdidas o ganancias de calor, el nivel se determinará de acuerdo a las prescripciones mínimas de RITE.

El aislamiento térmico de conducciones y equipos podrá instalarse solamente después de haber efectuado las pruebas de estanqueidad del sistema y haber limpiado y protegido las superficies de tuberías y aparatos.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida (termómetros, manómetros, etc.) y de control (sondas, servomotores, etc.), así como válvulas de desagües, volantes y levas de maniobra de válvulas, etc. deberán quedar visibles y accesibles.

7.4.2. Materiales y características

Los distintos materiales que pueden utilizarse como aislantes térmicos para conducciones, equipos y aparatos en instalaciones de climatización, calefacción y agua caliente sanitaria se subdividen en las siguientes clases:

1. Materiales inorgánicos fibrosos MIF (lana de roca y fibra de vidrio), para aplicaciones desde -50°C , hasta más de 200°C , dependiendo del tipo de material:
 - MIF-f Flexibles (fieltros o mantas)
 - MIF-s. Semirrígidos (planchas)
 - MIF-r. Rígidos (planchas o coquillas)
2. Materiales inorgánicos celulares MIC (vidrio celular), para aplicaciones desde -50°C hasta 100°C , en planchas rígidas
3. Materiales inorgánicos granulares MIG (silicato cálcico, perlita, vermiculita):
 - MIG-B. Perlita y vermiculita para aplicaciones de 40 a 100°C
 - MIG-A. Silicato cálcico para aplicaciones de 40°C a 800°C
4. Materiales orgánicos celulares MOC (corcho, poliestireno, poliuretano, espumas elastómeras y fenólicas), para aplicaciones desde 50°C a 100°C .

5. Materiales reflectantes en láminas enrollables MRL (aluminio, acero, cobre)
6. Materiales en láminas para barreras antivapor BA (láminas de polietileno y poliéster, hojas de aluminio, papel kraft, pinturas al esmalte, recubrimientos asfálticos).

7.4.3. Aplicaciones

Los materiales aislantes antes definidos se aplicarán según la superficie a recubrir y la temperatura del fluido contenido en el aparato o conducción, de acuerdo a lo que se indica a continuación, en orden de preferencia:

- ❖ Condensado: MIF
- ❖ Fluido refrigerante a baja temperatura: MOC (con BA)
- ❖ Fluido refrigerante a temperatura elevada- MIF, MOC
- ❖ Fluido a temperatura menor de 0°C: MOC (con BA)
- ❖ Fluido a temperatura superior a 200°C: MIG-A
- ❖ Tuberías enterradas: MIG, N41F, MOC (con protección contra inundaciones)
- ❖ Conductos de aire (eventualmente con BA):
 - Al exterior del conducto MIF-f, MIF-s
 - Al interior del conducto MIF-s, MIF-r
- ❖ Chimeneas: MIF-f, MIG-a, MOC (inyectado).

7.5. PROTECCIÓN

Cuando así se indique en las mediciones, el material aislante tendrá un acabado resistente a las acciones mecánicas y, cuando sea instalado al exterior, a las inclemencias del tiempo.

La protección del aislamiento deberá aplicarse siempre en estos casos:

- En equipos, aparatos y tuberías situados en salas de máquinas.
- En tuberías que corran por pasillos de servicio, sin falso techo.
- En conducciones instaladas al exterior.

En este último caso, se cuidará el acabado con mucho esmero, situando las juntas longitudinales de tal manera que se impida la penetración de la lluvia entre el acabado y la conducción.

7.6. CONTROL AUTOMÁTICO

7.6.1. Generalidades

El sistema de control de las instalaciones objeto del presente pliego será de tipo electrónico y, en algunos subsistemas o aparatos, indicados en el proyecto, electromecánicos. Los aparatos de control electrónicos se alimentarán a 24 V. c.a. o a 220 V. c.a., según se indiquen en los esquemas.

Los circuitos de control estarán siempre separados de la red eléctrica por medio de transformadores de tipo de bobinado separado, cuya potencia se calculará en base a la suma de las potencias absorbidas por cada aparato, que deberán ser suministradas por el fabricante. Los transformadores deberán estar protegidos contra cortocircuitos mediante fusibles o interruptores automáticos unipolares.

Para el dimensionado de las líneas portadoras de señales de tensión o corriente y las distancias máximas admisibles se seguirán las instrucciones del fabricante. El fabricante deberá suministrar información técnica específica de cada aparato de control y también información para sondas activas, reguladores, convertidores y actuadores. Todos los aparatos de control llevarán de fábrica una protección contra cortocircuitos.

Los aparatos situados en salas de máquinas, en las que existan circuitos de agua, o a la intemperie llevarán protección eléctrica de la clase IP 54, como mínimo. Cuando no pueda cumplirse con este requisito, caso de reguladores, convertidores, transformadores, etc., los aparatos deberán instalarse en paneles con protección de la clase arriba mencionada.

7.6.2. Materiales e instalación

7.6.2.1. Sonda de temperatura para conductos

La sonda medirá la temperatura media del aire en una sección de un conducto o una unidad de tratamiento del aire (UTA). El elemento sensible se instalará cubriendo toda la superficie transversal, al resguardo de la radiación precedente de eventuales cuerpos emisores de calor, utilizando soportes suministrados por el mismo fabricante.

La sonda estará constituida por un tubo capilar de cobre, que contiene en su interior una resistencia eléctrica como elemento sensible a la temperatura, una brida para la fijación al conducto de aire y una caja de plástico con tapa y prensaestopas para entrada de cables.

La sonda podrá incluir un puente electrónico de medida y amplificación, cuando así se indique en las mediciones.

7.6.2.2. Sonda de temperatura para unidades terminales

Esta sonda, especialmente diseñada para detectar la temperatura del aire de retorno en ventiloconvectores e inductores y del aire inducido en los difusores de caudal variable, estará constituida por una termistancia embutida en una cabeza de plástico que permite una rápida respuesta a los cambios de temperatura y, al mismo tiempo, la protege eléctrica y mecánicamente.

La cápsula detectora incorporará una pinza de presión para proteger el cable, mientras que la otra punta del cable estará preparada para conexionado a bornas.

Un soporte de aluminio permitirá fijar el detector a la unidad terminal.

7.6.2.3. Sonda de presión para líquidos

Es una sonda pasiva de medida de la presión de líquidos, constituida por una caja de material plástico con tapa y prensaestopas para entrada de cables y una base con elemento sensible de fuelle cuyo desplazamiento se transmite al cursor de un potenciómetro provisto de bornas de conexionado. El elemento sensible lleva una o dos cámaras de presión con racores roscados, según mida una presión relativa o una diferencia de presión respectivamente para la conexión del aparato a las, tomas de presión.

7.6.2.4. Sonda de presión para gases

Es una sonda activa con elemento sensible compuesto por un tubo de pequeño diámetro en el cual está montada una termistancia y cuyos extremos están conectados a las tomas de presión. Al variar la presión diferencial entre los dos puntos de medida variará el caudal de aire que circule a través del tubo y, en consecuencia, el enfriamiento de la resistencia. La variación del valor de la resistencia se transforma, a través de un amplificador electrónico, en una señal de tensión.

En otra versión, la diferencia de presión actuará sobre una membrana, en contraste con la fuerza de un muelle. El movimiento de la membrana se transformara en variación de la resistencia un potenciómetro. La señal vendrá transformada por un convertidor en señal de tensión o corriente.

7.6.2.5. Potenciómetro para mando a distancia

Constará de una placa, en la que estará grabada la escala, un potenciómetro, con sus bornas para el conexionado, y un botón de mando.

Mediante dos topes mecánicos, podrá limitarse o anularse el recorrido del botón de mando.

El aparato estará previsto para montaje sobre panel.

La escala del potenciómetro para el mando a distancia deberá coincidir con la gama de control del regulador al que estará acoplado.

El dispositivo de ajuste a distancia podrá estar equipado de un circuito electrónico amplificador, que transforme el valor de la resistencia en una señal de salida de tensión (o a 10 V. c.c.). En este caso, la sonda pasara a ser tipo activo.

7.6.2.6. Termostato, higrostatos y presostatos

En todos los aparatos de este tipo, el elemento sensible actúa sobre un mecanismo a micro-ruptor con contactos conmutados.

Los termostatos de capilar, de bulbo y de contacto estarán constituidos por una caja, un mecanismo a micro-ruptor y un sistema de sonda captadora a dilatación de líquido. El diseño mecánico del micro-ruptor deberá garantizar una presión de contacto determinada.

Los contactos serán inversores unipolares, sin interferencia radio, según norma VDE.

Los termostatos de ambiente tendrán como elemento sensible una lámina bimetalica en forma de U. La deformación del bimetálico debida a la temperatura accionara un interruptor magnético unipolar de ruptura brusca.

Cuando el termostato de ambiente este en posición de conectado, una resistencia montada en el interior de la caja calentara la lámina bimetalica de manera que se anticipe la consecución del punto de consigna (acelerador térmico).

El elemento sensible de los higrostatos será una cinta de material sintético que varía su longitud al variar la humedad relativa del ambiente.

El elemento sensible de los presostatos será una membrana que, en contraste con un muelle, actuara directamente sobre los contactos inversores.

Según se indique en las mediciones, los aparatos podrán ser con botón o cursor de ajuste el exterior de la caja o en el interior, simples o dobles, con o sin rearme manual o automático, etc.

7.6.2.7. Reguladores

Un regulador es un aparato electrónico en el que un valor de medida, o valor instantáneo, es comparado con el valor de consigna. Cuando aparezca un desvío entre estos dos valores, el regulador hace variar la señal de salida tanto el valor de medida no haya igualado el de consigna.

La detección de la señal de medida se efectuara por medio de sondas pasivas o activas.

En las sondas pasivas la concepción del elemento de medida depende de la naturaleza de la magnitud física a medir. En cualquier caso, se trata de obtener una variación de una resistencia en relación a la variación de la magnitud medida.

En el caso de la temperatura, se medirá el valor de una resistencia de níquel o platino que varía linealmente con la temperatura. Para otras magnitudes físicas, como elemento sensible se utilizara un material plástico higroscópico para la humedad relativa y un fuelle para la presión.

El desplazamiento mecánico provocado por la magnitud física sobre el elemento sensible se transmitirá al cursor de un potenciómetro.

Las sondas activas están basadas en los mismos principios de medida que las sondas pasivas y, además, disponen de un amplificador electrónico que permite obtener una señal de salida de 0 a 10 V. c. c., proporcional a la gama de medida de la sonda.

Los reguladores serán adaptados a la señal de las sondas, pasivas o activas, por medio de unidades enchufables, previstas también para recibir señales de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA.

Todos los reguladores progresivos suministrarán una señal de mando de 0 a 10 V. c.c., que será convertida en movimiento mecánico lineal o rotativo por medio de un circuito electrónico amplificador integrado en los actuadores.

La acción de control de los reguladores puede ser ajustada a las formas P (proporcional), PI (proporcional-integral), o PID (proporcional-integral-derivada), dependiendo de la aplicación, según se indique en las mediciones.

La señal progresiva de salida podrá convertirse en señal todo-nada, de una o más etapas, en señal a tres posiciones (regulación flotante), o en señal neumática por medio de adecuados convertidores.

Los reguladores se suministrarán en cajas de material plástico para montaje en armario o sin caja para montaje sobre racks.

El circuito electrónico será constituido por un circuito impreso de formato normalizado europeo de 160 x 100 mm.

7.7. MOTORES ELÉCTRICOS

7.7.1. Generalidades

Los motores eléctricos empleados en la instalación serán del tipo asíncrono trifásico con rotor en corto circuito, salvo cuando en el PCP o en las mediciones se especifique otro tipo de motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE.

Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor que 1 mm.; protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie, en ambiente húmedo o polvorientos y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usaran contactos involuntarios de cualquier clase; protección contra depósito de polvo; protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección). Los motores con protecciones IP-44 e IP-54 serán completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80°C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40°C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130°C.

La clase de aislamiento F (100°C) de sobre-temperatura y 155°C de temperatura máxima de devanado, se empleará excepcionalmente, cuando así se indique en el PCP o en las mediciones.

Las dimensiones del eje, diámetro y longitud, y de las chavetas, así como la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

7.7.2. Materiales

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán los que se indican a continuación:

Carcasa: De hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.

Estator: Paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

Rotor: Formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojara el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble eje. De acero duro.

Ventilador: Interior (para las clases IP 44 eTP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.

Rodamientos: De esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración.

Caja de bornes y tapa: De hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensaestopas.

7.8. DOCUMENTACIÓN FIN DE OBRA

Al finalizar las Instalaciones objeto del presente Pliego, la Empresa Contratista debe entregar a la Propiedad la siguiente documentación, además de la exigida reglamentariamente:

- Documentación técnica de todos los equipos instalados
- Manuales de servicio y/o Mantenimiento
- Despiece de componentes de equipos
- Planos con sus correspondientes identificaciones de cada uno de los componentes, debidamente codificados y/o numerados con respecto al servicio que corresponda, dándose las codificaciones relacionadas.

8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud en base a lo establecido en el Art. 4.2 del Real Decreto 162/97 y dado que las obras que se proyectan no se encuentran dentro de los supuestos contemplados en el punto 1 del Art. 4. Sobre disposiciones específicas de Seguridad y Salud.

8.1. RELACIÓN DE RIESGOS LABORALES

A continuación se establece una relación de los riesgos laborales posibles de la obra proyectada, tanto los que deban ser evitados como los que no se puedan eliminar que serán objeto de preocupación específica:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| - Caída de personas a distinto nivel | - Contactos térmicos |
| - Caída de personas al mismo nivel | - Contactos eléctricos |
| - Caída de objetos por desplome | - Exposición a sustancias nocivas |
| - Caída de objetos en manipulación | - Contactos con sustancias corrosivas |
| - Caída de objetos desprendidos | - Explosiones |
| - Choque contra objetos inmóviles | - Incendios |
| - Golpes por objetos y herramientas | - Cortes por manejo de materiales |
| - Proyección de partículas | - Dermatitis por contactos con fibras. |
| - Atrapamiento por o entre objetos | - Quemaduras |
| - Atropellos o golpes con vehículos | |

8.2. MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIONES

Al objeto de establecer la prevención y la implantación de las medidas técnicas necesarias para evitar los riesgos, se deberán aplicar una serie de medidas de aplicación a la totalidad de la obra.

8.2.1. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en la obra

Ámbito de aplicación: La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en el interior y en el exterior de los locales.

Estabilidad y solidez: Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos, y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

Instalación de suministro y reparto de energía: La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Vías y salidas de emergencia: Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Detección y lucha contra incendio: Se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuera necesario, de detectores de incendios y sistemas de alarma.

Ventilación: Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

Exposición a riesgos particulares: Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo gases, vapores, polvo) sin la protección adecuada.

Temperatura: La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Iluminación: Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Puertas y portones: Las puertas correderas deberán ir previstas de un sistema de seguridad que les impidan salirse de los raíles y caerse. Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgos y accidentes para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente.

Vías de circulación y zonas peligrosas: Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con la seguridad y conforme al uso al que se les haya

destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Muelles y rampas de carga: Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

Espacio de trabajo: Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo.

Primeros auxilios: Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Así mismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Servicios higiénicos: Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo. Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres o deberá preverse la utilización por separado de los mismos.

Locales de descanso o de alojamiento: Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

Mujeres embarazadas y madres lactantes: Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Trabajadores minusválidos: Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Disposiciones varias: Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

8.2.2. Protecciones técnicas

Durante las obras se aplicaran unas normas básicas de seguridad en cada una de las diferentes partidas en ejecución, que se indicaran por el coordinador de seguridad.

Protecciones personales: casco, calzado reforzado, monos de trabajo, guantes, cinturón de seguridad, gafas de protección, protectores auditivos, fajas antivibratorias, asientos en maquinaria...

Protecciones colectivas: señalización, delimitación de zonas de trabajo, mantenimiento de maquinaria y herramientas, colocación de redes de protección y/o

barandillas, protección de elementos eléctricos, aislamientos de motores, extintores en zonas de riesgo de incendio...

8.3. OTRAS ACTIVIDADES

Dado el carácter de la obra no se prevén otras actividades que por su carácter habitual o excepcional se pueden producir y que generen algún riesgo que puedan ser contempladas como medidas de protección. Caso de que durante el transcurso de la obra se prevea la existencia de otro tipo de actividades que requieran prevención específica, se deberán establecer por el coordinador de seguridad las medidas de prevención en la línea de lo especificado en el apartado 2 del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

8.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA RIESGOS ESPECIALES

Durante el transcurso de esta obra no se prevén trabajos que impliquen riesgos de carácter especial de los incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97. Caso de que durante el transcurso de la obra surgieran las circunstancias de forma que pudieran aparecer algún tipo de riesgo especial se deberán tomar las medidas específicas de protección en la línea del Anexo IV del R.D. 1627/97.

En caso de instalación de grúa torre, se aplicaran medidas específicas de seguridad para el uso y utilización de la misma. Otros riesgos que pueden considerarse especiales pueden ser la instalación provisional de suministro eléctrico y el de incendio.

8.5. PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES A LA FINALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Los riesgos más habituales son los derivados de los trabajos de conservación, reparación y mantenimiento en fachadas y cubiertas como:

- Caída de objetos
- Caída del andamio
- Intemperie
- Deslizamiento en plano inclinado de cubierta.

Los sistemas de seguridad a emplear serán la previsión de anclajes en cubierta, apoyos para andamios, acabados no deslizantes, accesos por escalera y puertas adecuadas, accesos a elementos de cubiertas, integrados en obra.

La prevención de estos riesgos se regula por lo establecido en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

9. PRESUPUESTO

Información del Proyecto

Nombre del proyecto: Agencia Provincial la ONCE Alava
Sistema SMMSI
Cliente UC3M

Lista de Equipos A.A

Unidades exteriores

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
MMY-MAP0804HT8-E	U.E. SMMSI 2 tubos (22,4 - 25,0 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad exterior marca TOSHIBA SMMS a 2 tubos, con dos compresores inverter Twin Rotary y refrigerante R-410a, modelo MMYMAP0804HT8E. Capacidad frigorífica 22,4 kW. *Potencia absorbida en refrigeración 5,4 kW. *EER 4,15 Capacidad calorífica 25 kW. *Potencia absorbida en calefacción 5,53 kW. *COP 4,52 Simultaneidad máxima hasta 135%. Diferencia de altura entre u.interiores hasta 40 m. Long. equivalente de tubería desde la 1ª derivación hasta 65 m. Rango de funcionamiento -5/43 °C refriger. y -20/15,5 °C calef. Ventilador Inverter 9900 m³/h. Nivel de presión sonora en refriger./calef. 56/55 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 1830x990x780 mm. Peso 242 kg. Alimentación 380/415-3-50 (V-ph-Hz). Control vectorial, mediante curva sinusoidal en pasos de 0,1 Hz sobre el control de velocidad del compresor.	1	9150	9150
MMY-MAP1204HT8-E	U.E. SMMSI 2 tubos (33,5 - 37,5 kW)de marca Toshiba o similar.Unidad exterior marca TOSHIBA SMMS a 2 tubos, con dos compresores inverter Twin Rotary y refrigerante R-410a, modelo MMYMAP1204HT8E. Capacidad frigorífica 33,5 kW. *Potencia absorbida en refrigeración 9,55 kW. *EER 3,51 Capacidad calorífica 37,5 kW. *Potencia absorbida en calefacción 10,2 kW. *COP 3,68 Simultaneidad máxima hasta 135%. Diferencia de altura entre u.interiores hasta 40 m. Long. equivalente de tubería desde la 1ª derivación hasta 65 m. Rango de funcionamiento -5/43 °C refriger. y -20/15,5 °C calef. Ventilador Inverter 11600 m³/h. Nivel de presión sonora en refriger./calef. 62/59 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 1830x990x780 mm. Peso 242 kg. Alimentación 380/415-3-50 (V-ph-Hz). Control vectorial, mediante curva sinusoidal en pasos de 0,1 Hz sobre el control de velocidad del compresor.	1	12515	12515
MMY-MAP1404HT8-E	U.E. SMMSI 2 tubos (40,0 - 45,0 kW)de marca Toshiba o similar.Unidad exterior marca TOSHIBA SMMSi a 2 tubos, con tres compresores inverter Twin Rotary y refrigerante R-410a, modelo MMYMAP1404HT8E. Capacidad frigorífica 40 kW. *Potencia absorbida en refrigeración 11,5 kW. *EER 3,48 Capacidad calorífica 45 kW. *Potencia absorbida en calefacción 11,2 kW. *COP 4,02 Simultaneidad máxima hasta 135%. Diferencia de altura entre u.interiores hasta 40 m. Long. equivalente de tubería desde la 1ª derivación hasta 65 m. Rango de funcionamiento -5/43 °C refriger. y -20/15,5 °C calef. Ventilador Inverter 12000 m³/h. Nivel de presión sonora en refriger./calef. 62/60 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 1830x1210x780 mm. Peso 330 kg. Alimentación 380/415-3-50 (V-ph-Hz). Control vectorial, mediante curva sinusoidal en pasos de 0,1 Hz sobre el control de velocidad del compresor.	1	14500	14500

Unidades interiores

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
MMU-AP0074MH-E	U.I. Cassette 4 vías 60x60 (2,2 - 2,5 kW)de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 60x60 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0074MHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje ind. Capacidad frigorífica 2,2 kW. Capacidad calorífica 2,5 kW. Consumo eléctrico 0,034 kW. Caudal de aire (alta/baja) 552/378 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 36/28 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 268x575x575 mm. Peso 17 kg. Dimensiones del panel 27x700x700 mm. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	4	1391	5564

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
MMU-AP0094MH-E	U.I. Cassette 4 vías 60x60 (2,8 - 3,2 kW)de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 60x60 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0094MHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 2,8 kW. Capacidad calorífica 3,2 kW. Consumo eléctrico 0,036 kW. Caudal de aire (alta/baja) 570/378 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 37/28 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 268x575x575 mm. Peso 17 kg. Dimensiones del panel 27x700x700 mm. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	3	1418	4254
MMU-AP0124MH-E	U.I. Cassette 4 vías 60x60 (3,6 - 4,0 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 60x60 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0124MHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 3,6 kW. Capacidad calorífica 4,0 kW. Consumo eléctrico 0,038 kW. Caudal de aire (alta/baja) 594/402 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 37/29 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 268x575x575 mm. Peso 17 kg. Dimensiones del panel 27x700x700 mm.	2	1444	2888
MMU-AP0154MH-E	U.I. Cassette 4 vías 60x60 (4,5 - 5,0 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 60x60 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0154MHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 4,5 kW. Capacidad calorífica 5,0 kW. Consumo eléctrico 0,041 kW. Caudal de aire (alta/baja) 660/468 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 40/30 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 268x575x575 mm. Peso 17 kg. Dimensiones del panel 27x700x700 mm. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	1	1575	1575
MMU-AP0184MH-E	U.I. Cassette 4 vías 60x60 (5,6 - 6,3 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 60x60 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0184MHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 5,6 kW. Capacidad calorífica 6,3 kW. Consumo eléctrico 0,052 kW. Caudal de aire (alta/baja) 762/522 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 44/34 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 268x575x575 mm. Peso 17 kg. Dimensiones del panel 27x700x700 mm. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	2	1607	3214
MMU-AP0242H	U.I. Cassette 4 vías 90x90 (7,1 - 8,0 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo cassette 90x90 de 4 vías, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMUAP0242H, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 7,1 kW. Capacidad calorífica 8,0 kW. Consumo eléctrico 0,036 kW. Caudal de aire (alta/baja) 1290/800 m³/h. Nivel de presión sonora (alta/baja) 35/28 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 256x840x840 mm. Peso 20 kg. Dimensiones del panel 30x950x950 mm. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	1	1680	1680
MMD-AP0096BH-E	U.I. Conductos (2,8 - 3,2 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo conductos estándar, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMDAP0096BHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 2,8 kW. Capacidad calorífica 3,2 kW. Consumo eléctrico 0,033 kW. Caudal de aire (alta/baja) 480/340 m³/h. Presión estática ext. hasta 110 Pa. Nivel de presión sonora (alta/baja) 30/26 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 275x550x800 mm. Peso 28 kg. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	1	1208	1208
MMD-AP0186BH-E	U.I. Conductos (5,6 - 6,3 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo conductos estándar, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMDAP0186BHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 5,6 kW. Capacidad calorífica 6,3 kW. Consumo eléctrico 0,050 kW. Caudal de aire (alta/baja) 780/540 m³/h. Presión estática ext. hasta 110 Pa. Nivel de presión sonora (alta/baja) 32/28 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 275x700x8000 mm. Peso 32 kg. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	1	1344	1344

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
MMD-AP0246BH-E	U.I. Conductos (7,1 - 8,0 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo conductos estándar, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMDAP0246BHE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 7,1 kW. Capacidad calorífica 8,0 kW. Consumo eléctrico 0,060 kW. Caudal de aire (alta/baja) 1140/870 m³/h. Presión estática ext. hasta 110 Pa. Nivel de presión sonora (alta/baja) 33/29 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 275x1000x800 mm. Peso 43 kg. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	1	1365	1365
MMD-AP0484H-E	U.I. Cond. Alta Presión (14 - 16 kW) de marca Toshiba o similar.Unidad interior marca TOSHIBA para sistemas VRF tipo conductos de alta presión, con válvula electrónica, sensor de presión y control individual de temperatura por microprocesador para regulación del flujo de refrigerante, modelo MMDAP0484HE, toma de aire exterior, bomba de drenaje incl. Capacidad frigorífica 14 kW. Capacidad calorífica 16 kW. Consumo eléctrico 0,414 kW. Caudal de aire (alta/baja) 2100/582 m³/h. Presión estática ext. hasta 137 Pa. Nivel de presión sonora (alta/baja) 40 dB(A). Dimensiones AlxAnxPr 380x1200x660 mm. Peso 67 kg. Alimentación 220/240-1-50 (V-ph-Hz).	2	2426	4852

Juntas de derivación

Código	Tipo	Cantidad	Price(€)
RBM-BY55E	Junta de derivación en Y (hasta 6,4 HP) marca Toshiba o similar.Distribuidor frigorífico marca TOSHIBA de conexión en Y para el trazado de línea frigorífica de sistemas SMMSI, construido en cobre especial y con aislamiento incluido, modelo RBMBY55E Potencia de las unidades interiores conectadas hasta 6,3 HP.	5	99
RBM-BY105E	Junta de derivación en Y (6,4 - 14,2 HP) marca Toshiba o similar.Distribuidor frigorífico marca TOSHIBA de conexión en Y para el trazado de línea frigorífica de sistemas SMMSI, construido en cobre especial y con aislamiento incluido, modelo RBMBY105E Potencia de las unidades interiores conectadas desde 6,4 hasta 14,1 HP.	10	115

Accesorios

Código	Tipo	Cantidad	Price(€)
RBC-AMT32E	Mando por cable. Marca Toshiba o similar.Control remoto por cable marca TOSHIBA para ajustar todos los parámetros de funcionamiento con temporizador de periodo simple. Puede usarse junto a un programador semanal TCBEXS21TLE. Control de arranque y parada. Velocidad del ventilador alta, media y baja. Ajuste de temperatura. Modo de funcionamiento en refrigeración, calefacción, sólo ventilación. Oscilación de lamas. Indicador de limpieza de filtro. Función de autodiagnóstico. Control de grupo de hasta 8 unidades interiores. Direccionamiento automático de las unidades interiores.	18	85

Control Centralizado

Código	Tipo	Cantidad	Price(€)
BMS-SM1280ETLE	Smart Manager Data Analyzer. Marca Toshiba o similar.Control centralizado marca TOSHIBA para una red de hasta 128 unidades interiores de forma individual o por grupos. Conexión a PC para funciones de programación y monitorización de energía. Posibilidad de conexión a internet. Conexión a Interface de entradas/salidas digitales para alarmas de fuego, contactos de ventana, etc. Monitorización de temperatura de la habitación, modo de funcionamiento.	1	3000

Total	70.284,00 €
-------	-------------

Esquema Frigorífico

Tubería de Cobre				
Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
Cobre Europeo 12735. Diámetro 1/4	Rollos de 15 m. La longitud total de tubería son 57,4 m	4	15,36	61,44
Cobre Europeo 12735. Diámetro 3/8		5	24,22	121,1
Cobre Europeo 12735. Diámetro 1/2	Rollos de 15 m. La longitud total de tubería son 69,4 m	5	32,83	164,15
Cobre Europeo 12735. Diámetro 5/8	Rollos de 15 m. La longitud total de tubería son 67,65 m	4	42,39	169,56
Cobre Europeo 12735. Diámetro 7/8	Rollos de 15 m. La longitud total de tubería son 47,9 m	2	72,03	144,06
Cobre Europeo 12735. Diámetro 1 1/8	Rollos de 15 m. La longitud total de tubería son 23,45 m	47,7	6,04	288,108
	Precio por metro. La longitud total de tubería son 47,7 m			

Total	3.432,00 €
-------	------------

Aislamiento Tuberia

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
Código 390600. (SE 6X06)				
Espuma elastomerica	Diametro 1/4	57,4	0,18	10,332
Código 390601. (SE6x10)				
Espuma elastomerica	Diametro 3/8	69,4	0,2	13,88
Código 390602. (SE6x12)				
Espuma elastomerica	Diametro 1/2	67,65	0,22	14,883
Código 390607. (SE9x15)				
Espuma elastomerica	Diametro 5/8	47,9	0,35	16,765
Código 390609. (SE9x22)				
Espuma elastomerica	Diametro 7/8	23,45	0,45	10,5525
Código 390610. (SE9x28)				
Espuma elastomerica	Diametro 1 1/8	47,7	0,56	26,712

Total

93,12 €

Gas Refrigerante

Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
R-410A	Gas Refrigerante R-410A sera 5,3€/ el kg. Con envase de 50kg(dejando 150€ de señal)	50kg	5,31	415,5

Total

415,50 €

Ventilacion

Conductos				
Código	Tipo	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
VNMARR14	Recuperador entalpico de 1400m ³ /h. Presión estática (máx./alta/baja) 1500/1100/1000 m³/h. Consumo eléctrico (máx./alta/baja) 2x480 W. Presión estática (máx./alta/baja) 420/400/380 Pa. Nivel de presión sonora (1mt/retor/impul) 59/69/72 dB(A). Eficiencia térmica 51,9%. Humectador adiabático. Filtros F6+F6/F8 Dimensiones AlxAnxPr 1050x1050x470 mm. Peso 67 kg. Alimentación 380/400-3-50 (V-ph-Hz).	1	2650	2650
VNMARR19	Recuperador entalpico de 1900m ³ /h. Presión estática (máx./alta/baja) 2000/1400/1100 m³/h. Consumo eléctrico (máx./alta/baja) 2x555 W. Presión estática (máx./alta/baja) 440/420/400 Pa. Nivel de presión sonora (1mt/retor/impul) 62/62/64 dB(A). Eficiencia térmica 50,5%. Humectador adiabático. Filtros F6+F6/F8 Dimensiones AlxAnxPr 1050x1050x535 mm. Peso 75 kg. Alimentación 380/400-3-50 (V-ph-Hz).	1	2900	2900
VNMARR40	Recuperador entalpico de 4000m ³ /h. Presión estática (máx./alta/baja) 4000/3000/2000 m³/h. Consumo eléctrico (máx./alta/baja) 2x735 W. Presión estática (máx./alta/baja) 525/505/452 Pa. Nivel de presión sonora (1mt/retor/impul) 64/69/69 dB(A). Eficiencia térmica 51,5%. Humectador adiabático. Filtros F6+F6/F8 Dimensiones AlxAnxPr 1350x1250x685 mm. Peso 167 kg. Alimentación 380/400-3-50 (V-ph-Hz).	1	4400	4400
AT-A 300X200	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	2	11,88	23,76
AT-A 200X100	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	21	12,88	270,48
AT-A 300X100	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	29	11,73	340,17
AT-A 300X150	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	2	10,68	21,36
AT-A 200X200	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	6	11,08	66,48
AT-A 400X100	Rejilla serie AT en aluminio, para impulsioñ/retorno con lamas horizontales regulables individualmente.Sujeccion por fijacion oculta de la marca TROX o similar	2	11,25	22,5
R-Z-10"	Difusor rotacional serie Airnamic, placa frontal en ejecucion circular,para impulsioñ,compuerta de regulacion de caudal. de la marca TROX o similar	3	99,59	298,77
R-Z-12"	Difusor rotacional serie Airnamic, placa frontal en ejecucion circular,para impulsioñ,compuerta de regulacion de caudal. de la marca TROX o similar	8	99,59	796,72

Total

11.790,24 €

Pruebas

DOC	DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN Elaboración de toda la documentación necesaria y suficiente para el buen desarrollo de la ejecución y el montaje, así como la supervisión y aprobación previa por la D.F.. Por otro lado la documentación necesaria y suficiente para proceder a la recepción provisional por parte de la D.F así como la aprobación de las certificaciones. Todo ello de acuerdo con pliego de condiciones generales e instrucciones de la D.F., comprendiendo: 1.- COLECCIÓN PLANOS PARA MONTAJE: Planos de detalle y de montaje en soporte informático (AUTOCAD) según indicaciones de la D.F., presentados para supervisión y aprobación de D.F. al inicio de la ejecución (3 copias), partiendo del proyecto de ejecución entregado por la D.F. en soporte informático (durante el desarrollo de la obra será obligación del contratista de mantener actualizada dichos planos con una periodicidad quincenal, teniendo un control de cambios según pliego de condiciones) Todo en soporte informático. 2.- PLANOS FINAL DE OBRA: Planos final de obra de la instalación realmente ejecutada (6 copias aprobadas por la D.F.), que serán los planos de detalle y montaje entregados al inicio de la obra con las correspondientes actualizaciones durante el transcurso de la obra. 3.- LIBRO DE EDIFICIO: Memorias descriptiva de los equipos y materiales finalmente instalados, revisión y ajuste de los cálculos justificativos según lo ejecutado, especificaciones técnicas de cada uno de los equipos instalados, manual de mantenimiento, estado de mediciones finales y presupuesto final actualizado según lo realmente ejecutado (6 copias aprobadas por la D.F.). 4.- REPORTAJE FOTOGRAFICO: Reportaje fotografico de cada uno de las fases de montaje, en soporte informático. 5.- PRUEBAS: Programa de puntos de inspección, listado de todos los partes P.P.I realizados durante la ejecución. Así como protocolo de pruebas.	1	350	350
DOC	LEGALIZACIÓN Legalización de todas las instalaciones que se vean afectadas en este capitulo de los presupuestos, incluyendo la preparación y visados de proyectos en el Colegio Profesional correspondiente y la presentación y seguimiento hasta buen fin de los expedientes ante Servicios Territoriales de Industria y Entidades Colaboradoras, incluso el abono de las tasas correspondientes. Se incluyen todos los trámites administrativos que haya que realizar con cualquier organismo oficial (Ayuntamiento o Comunidad, entre otros) para llevar a buen término las instalaciones de este capitulo. Contratación de la entidad de inspección y control exigida en la tramitación del expediente en Industria (ENICRE), así como todas y cada una de las gestiones necesarias y suficientes hasta la contratación definitiva de los suministros en la Compañías Suministradoras.	1	350	350
DOC	PRUEBAS PARCIALES Y FINALES Se desarrollará el siguiente programa de supervisión: 1.- Programa de puntos de inspección. Previo al inicio de la obra el contratista presentará las fichas de control y seguimiento de la ejecución de la instalación para aprobación por la D.F.. En dichas fichas como mínimo incluirán: control de las especificaciones de todos los materiales y maquinaria puestos en obra, control del montaje según recomendaciones de fabricante de equipos y materiales según normativa vigente, comprobaciones dimensionales según planos de montaje aprobados. 2.- Pruebas parciales. Se presentarán fichas justificativas para el seguimiento de las pruebas realizadas durante el transcurso del montaje. 3.- Protocolo de pruebas de recepción. Previo al inicio de la obra el contratista presentará fichas con las pruebas a realizar a la instalación para aprobación de la D.F. Dichas pruebas serán realizadas por el propio contratista con sus propios equipos de medida homologados del 100% de la instalación presentando fichas firmadas por la personas que intervienen en el momento de realización de las pruebas.4-Inspección con cámara de televisión de la red de saneamiento.	1	350	350
TOTAL				1.050,00 €

IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO.

87.064,86 €

10. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como conclusiones a este proyecto se puede indicar:

- Que los cerramientos que componen un local o un edificio son una parte esencial en el ahorro energético y en particular en el estudio de la climatización, y que su nivel de aislamiento es un factor importante a tener en cuenta.
- Que la mayoría de los locales, o edificios son diseñados sin cumplir con las exigencias de ahorro energético, lo que supone un aumento de pérdidas térmicas, que son suplidas con mayor aportación en calefacción o refrigeración.

En el presente proyecto se ha tratado de cubrir los aspectos más importantes en una instalación de climatización de un edificio de la fundación O.N.C.E

Se han mostrado los pasos de cálculos fundamentales para la determinación de la demanda energética y de cara a la elección de equipos adecuados para suplir a ella. Para ello, se ha recurrido a catálogos de fabricantes de reconocido prestigio en el sector (Toshiba).

Además, se ha tenido un especial cuidado en que todas las decisiones y cálculos sean conformes al marco legal vigente, en particular al CTE y al RITE. Se ha hecho hincapié también en la obra e instalación de los equipos principales, con todos los elementos auxiliares necesarios al correcto funcionamiento y control de la instalación.

En cuanto a la climatización, se ha recurrido a una tecnología moderna, como es el Volumen de Refrigerante Variable, por su flexibilidad y rendimiento. Las máquinas se hacen uso de esta energía permite una adaptación de la producción a la demanda más precisa, permitiendo además la producción de frío y calor de manera simultánea en las unidades interiores.

Por último se ha elaborado un presupuesto detallado, que ofrezca una idea del coste de una instalación de las características descritas.

11. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- AENOR. Documentación: recopilación de normas UNE / AENOR. 2ª ed. Madrid: AENOR, 1997.
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). *"Handbook"*. Ed. ASHRAE. Atlanta (2003).
- Carrier air conditioning. *"Manual de aire acondicionado"*. Marcombo, 1992.
- Norma Básica de Edificación NBE-CT-79. *"Condiciones térmicas en los edificios"*. Ministerio de Obras Públicas. Madrid
- *"Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (R.I.T.E) Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias (ITE)"*. 2007
- Saint-Gobain Cristalería, S.A. *"Manual de conductos de aire acondicionado CLIMAVÉR"*. Enero 2007.
- Torrella, E. Navarro, J. Lopez, R. Gómez. *"Manual de climatización"*. AMV Ediciones, 2005.
- *"Engineering data book"*. Toshiba.
- Nils R. Grima, Robert C. Rosales. *"Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado"*. CEAC. 1996.
- William C. Reynolds. *"Termodinámica"*. McGraw Hill. 1967.

12. ANEXOS

ANEXO 1 – Reportes HAP

ANEXO 2 – Reportes Tool Selection (piping)

ANEXO 3 - Planos del edificio

ANEXO 4 – Planos de conductos MC4 Suite

Zone Sizing Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

01/22/2014
11:26

Air System Information

Air System Name SISTEMA VRF
Equipment Class TERM
Air System Type SPLT-FC

Number of zones 16
Floor Area 494,8 m²
Location Vitoria, Spain

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s Sum of space airflow rates
Space L/s Individual peak space loads

Calculation Months Jan to Dec
Sizing Data Calculated

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Air Flow (L/s)	Minimum Air Flow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)	Zone L/(s-m ²)
CONSEJO TERRITORIAL	2,3	214	214	Jun 1600	0,9	22,5	9,50
DESP.ASIST.SOCIAL	1,2	112	112	Jun 1600	0,5	13,5	8,31
DESPACHO SINDICAL	1,4	130	130	Sep 1100	0,6	13,5	9,64
DESPACHO TR	4,7	442	442	Mar 1100	1,3	25,0	17,69
DIRECCION	2,6	242	242	Jun 1800	1,6	24,0	10,09
ESPECIALISTA	1,2	112	112	Jun 1600	0,5	13,5	8,31
MEDICO	1,2	112	112	Jun 1600	0,5	13,5	8,31
PASILLO	4,2	394	394	Jun 1600	0,8	76,3	5,16
PASILLO AULAS	2,0	186	186	Jun 1500	1,0	24,0	7,74
SALA DE CURAS	1,1	99	99	Jun 1600	0,5	13,5	7,32
SALA DEL MAYOR	4,6	430	430	Aug 1600	2,3	39,6	10,86
SALA NUEVA	0,4	34	34	Jul 1600	0,2	5,0	6,85
SALON DE ACTOS	10,6	989	989	Jun 1700	2,3	107,3	9,21
SECRETARIA	1,1	100	100	Jun 1600	0,6	13,7	7,33
TAQUILLAS	2,1	198	198	Jun 1600	0,4	30,9	6,39
DISTRIBUIDOR ENTRADA	3,3	306	306	Jun 1600	0,9	59,0	5,18

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (°C)	Coil Leaving DB / WB (°C)	Water Flow @ 5,6 °K (L/s)	Time of Peak Load
CONSEJO TERRITORIAL	4,4	2,5	25,4 / 20,4	15,0 / 14,6	-	Jul 1500
DESP.ASIST.SOCIAL	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	-	Jun 1500
DESPACHO SINDICAL	2,0	1,3	25,0 / 19,8	16,0 / 15,5	-	Aug 1500
DESPACHO TR	5,5	4,1	24,2 / 19,1	16,0 / 15,5	-	Aug 1200
DIRECCION	4,1	2,5	24,4 / 19,8	15,3 / 14,9	-	Jun 1700
ESPECIALISTA	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	-	Jun 1500
MEDICO	2,0	1,3	24,9 / 19,6	14,8 / 14,3	-	Jun 1500
PASILLO	5,4	4,2	24,5 / 18,6	15,0 / 14,5	-	Jun 1500
PASILLO AULAS	2,5	2,0	24,6 / 18,6	15,2 / 14,6	-	Jun 1600
SALA DE CURAS	1,5	1,1	24,7 / 18,8	14,9 / 14,4	-	Jun 1500
SALA DEL MAYOR	6,3	4,7	24,8 / 18,9	15,2 / 14,6	-	Aug 1500
SALA NUEVA	0,6	0,4	24,7 / 19,9	15,6 / 15,1	-	Jun 1600
SALON DE ACTOS	22,1	11,5	25,4 / 21,0	15,1 / 14,8	-	Jul 1600
SECRETARIA	1,5	1,1	24,7 / 18,7	14,9 / 14,3	-	Jun 1500
TAQUILLAS	3,3	2,2	24,7 / 19,3	15,0 / 14,5	-	Jun 1600
DISTRIBUIDOR ENTRADA	4,3	3,3	24,5 / 18,6	15,0 / 14,5	-	Jul 1600

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°C)	Htg Coil Water Flow @11,1 °K (L/s)	Fan Design AirFlow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design AirFlow (L/s)
CONSEJO TERRITORIAL	4,1	7,9 / 24,8	-	214	0,000	0,000	113
DESP.ASIST.SOCIAL	1,6	12,5 / 24,9	-	112	0,000	0,000	38
DESPACHO SINDICAL	1,7	13,8 / 25,1	-	130	0,000	0,000	38

Zone Sizing Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

01/22/2014
11:26

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°C)	Htg Coil Water Flow @11,1 °K (L/s)	Fan Design AirFlow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design AirFlow (L/s)
DESPACHO TR	4,8	13,8 / 23,4	-	442	0,000	0,000	125
DIRECCION	4,6	9,2 / 26,1	-	242	0,000	0,000	113
ESPECIALISTA	1,6	12,5 / 24,9	-	112	0,000	0,000	38
MEDICO	1,6	12,5 / 24,9	-	112	0,000	0,000	38
PASILLO	1,2	20,3 / 23,0	-	394	0,000	0,000	13
PASILLO AULAS	1,3	19,3 / 25,6	-	186	0,000	0,000	13
SALA DE CURAS	0,9	17,8 / 25,5	-	99	0,000	0,000	13
SALA DEL MAYOR	4,4	16,6 / 25,6	-	430	0,000	0,000	75
SALA NUEVA	0,6	11,8 / 26,1	-	34	0,000	0,000	13
SALON DE ACTOS	22,8	2,7 / 23,1	-	989	0,000	0,000	725
SECRETARIA	0,9	17,7 / 25,7	-	100	0,000	0,000	13
TAQUILLAS	1,8	14,6 / 22,8	-	198	0,000	0,000	50
DISTRIBUIDOR ENTRADA	1,3	20,1 / 23,7	-	306	0,000	0,000	13

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m²)	Space L/(s-m²)
CONSEJO TERRITORIAL							
CONSEJO TERRITORIAL	1	2,3	Jun 1600	214	0,9	22,5	9,50
DESP.ASIST.SOCIAL							
DESP. ASIST.SOCIAL	1	1,2	Jun 1600	112	0,5	13,5	8,31
DESPACHO SINDICAL							
DESPACHO SINDICAL	1	1,4	Sep 1100	130	0,6	13,5	9,64
DESPACHO TR							
DESPACHO TR	1	4,7	Mar 1100	442	1,3	25,0	17,69
DIRECCION							
DIRECCIÓN	1	2,6	Jun 1800	242	1,6	24,0	10,09
ESPECIALISTA							
ESPECIALISTA	1	1,2	Jun 1600	112	0,5	13,5	8,31
MEDICO							
MÉDICO	1	1,2	Jun 1600	112	0,5	13,5	8,31
PASILLO							
PASILLO	1	4,2	Jun 1600	394	0,8	76,3	5,16
PASILLO AULAS							
PASILLO AULAS	1	2,0	Jun 1500	186	1,0	24,0	7,74
SALA DE CURAS							
SALA DE CURAS	1	1,1	Jun 1600	99	0,5	13,5	7,32
SALA DEL MAYOR							
SALA DEL MAYOR	1	4,6	Aug 1600	430	2,3	39,6	10,86
SALA NUEVA							
SALA NUEVA	1	0,4	Jul 1600	34	0,2	5,0	6,85
SALON DE ACTOS							
SALÓN DE ACTOS	1	10,6	Jun 1700	989	2,3	107,3	9,21
SECRETARIA							
SECRETARÍA	1	1,1	Jun 1600	100	0,6	13,7	7,33
TAQUILLAS							
TAQUILLAS	1	2,1	Jun 1600	198	0,4	30,9	6,39
DISTRIBUIDOR ENTRADA							
DISTRIBUIDOR ENTRADA	1	3,3	Jun 1600	306	0,9	59,0	5,18

Ventilation Sizing Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

01/22/2014
11:26

1. Summary

Ventilation Sizing Method Sum of Space OA Airflows

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (m²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (L/s)	Required Outdoor Air (L/s/person)	Required Outdoor Air (L/(s-m²))	Required Outdoor Air (L/s)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (L/s)
CONSEJO TERRITORIAL									
CONSEJO TERRITORIAL	1	22,5	9,0	213,9	12,50	0,00	0,0	0,0	112,5
DESP.ASIST.SOCIAL									
DESP. ASIST.SOCIAL	1	13,5	3,0	112,2	12,50	0,00	0,0	0,0	37,5
DESPACHO SINDICAL									
DESPACHO SINDICAL	1	13,5	3,0	130,2	12,50	0,00	0,0	0,0	37,5
DESPACHO TR									
DESPACHO TR	1	25,0	10,0	442,3	12,50	0,00	0,0	0,0	125,0
DIRECCION									
DIRECCIÓN	1	24,0	9,0	242,2	12,50	0,00	0,0	0,0	112,5
ESPECIALISTA									
ESPECIALISTA	1	13,5	3,0	112,2	12,50	0,00	0,0	0,0	37,5
MEDICO									
MÉDICO	1	13,5	3,0	112,2	12,50	0,00	0,0	0,0	37,5
PASILLO									
PASILLO	1	76,3	1,0	394,1	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
PASILLO AULAS									
PASILLO AULAS	1	24,0	1,0	185,8	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
SALA DE CURAS									
SALA DE CURAS	1	13,5	1,0	98,8	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
SALA DEL MAYOR									
SALA DEL MAYOR	1	39,6	6,0	430,0	12,50	0,00	0,0	0,0	75,0
SALA NUEVA									
SALA NUEVA	1	5,0	1,0	34,2	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
SALON DE ACTOS									
SALÓN DE ACTOS	1	107,3	58,0	988,8	12,50	0,00	0,0	0,0	725,0
SECRETARIA									
SECRETARÍA	1	13,7	1,0	100,4	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
TAQUILLAS									
TAQUILLAS	1	30,9	4,0	197,5	12,50	0,00	0,0	0,0	50,0
DISTRIBUIDOR ENTRADA									
DISTRIBUIDOR ENTRADA	1	59,0	1,0	305,7	12,50	0,00	0,0	0,0	12,5
Totals (incl. Space Multipliers)				4100,4					1425,0

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " CONSEJO TERRITORIAL " IN ZONE " CONSEJO TERRITORIAL "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	5 m²	290	-	5 m²	-	-
Wall Transmission	12 m²	29	-	12 m²	249	-
Roof Transmission	23 m²	578	-	23 m²	217	-
Window Transmission	5 m²	-11	-	5 m²	347	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	23 m²	0	-	23 m²	64	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	450 W	382	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	338 W	315	-	0	0	-
People	9	599	712	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	109	36	5%	44	0
>> Total Zone Loads	-	2292	747	-	921	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " CONSEJO TERRITORIAL " IN ZONE " CONSEJO TERRITORIAL "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	12	0,864	-	29	-	249
WINDOW 1	5	3,077	0,569	-11	290	347
H EXPOSURE						
ROOF	23	0,385	-	578	-	217

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 2.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " DESP. ASIST.SOCIAL " IN ZONE " DESP.ASIST.SOCIAL "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	169	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	18	-	7 m²	149	-
Roof Transmission	14 m²	347	-	14 m²	130	-
Window Transmission	3 m²	-6	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	29	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	270 W	229	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	203 W	189	-	0	0	-
People	3	200	237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	57	12	5%	25	0
>> Total Zone Loads	-	1202	249	-	535	0

TABLE 2.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " DESP. ASIST.SOCIAL " IN ZONE " DESP.ASIST.SOCIAL "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	7	0,864	-	18	-	149
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-6	169	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	347	-	130

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 3.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " DESPACHO SINDICAL " IN ZONE " DESPACHO SINDICAL "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Sep 1100 COOLING OA DB / WB 20,0 °C / 18,2 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	778	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	9 m²	-12	-	9 m²	203	-
Roof Transmission	14 m²	25	-	14 m²	130	-
Window Transmission	3 m²	-41	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	51	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	270 W	213	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	203 W	184	-	0	0	-
People	3	182	237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	66	12	5%	29	0
>> Total Zone Loads	-	1395	249	-	615	0

TABLE 3.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " DESPACHO SINDICAL " IN ZONE " DESPACHO SINDICAL "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
SE EXPOSURE						
WALL	9	0,864	-	-12	-	203
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-41	778	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	25	-	130

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 4.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " DESPACHO TR " IN ZONE " DESPACHO TR "

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Mar 1100			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 17,9 °C / 16,8 °C			HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C		
	OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	11 m²	3455	-	11 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	-24	-	7 m²	152	-
Roof Transmission	24 m²	-10	-	24 m²	232	-
Window Transmission	11 m²	-247	-	11 m²	858	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	24 m²	0	-	24 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	500 W	395	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	375 W	340	-	0	0	-
People	10	605	791	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	226	40	5%	62	0
>> Total Zone Loads	-	4740	831	-	1304	0

TABLE 4.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " DESPACHO TR " IN ZONE " DESPACHO TR "

				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
SE EXPOSURE						
WALL	7	0,864	-	-24	-	152
WINDOW 1	11	3,115	0,569	-247	3455	858
H EXPOSURE						
ROOF	24	0,385	-	-10	-	232

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 5.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " DIRECCIÓN " IN ZONE " DIRECCION "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 22,8 °C / 20,4 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m²	524	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	30 m²	73	-	30 m²	653	-
Roof Transmission	24 m²	543	-	24 m²	232	-
Window Transmission	2 m²	-15	-	2 m²	173	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	24 m²	0	-	24 m²	132	-
Partitions	15 m²	-25	-	15 m²	329	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	480 W	416	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	360 W	339	-	0	0	-
People	9	617	712	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	124	36	5%	76	0
>> Total Zone Loads	-	2595	747	-	1595	0

TABLE 5.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " DIRECCIÓN " IN ZONE " DIRECCION "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	15	0,864	-	28	-	335
WINDOW 1	2	3,077	0,569	-15	524	173
NE EXPOSURE						
WALL	15	0,864	-	45	-	318
H EXPOSURE						
ROOF	24	0,385	-	543	-	232

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 6.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " ESPECIALISTA " IN ZONE " ESPECIALISTA "

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C			HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C		
	OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	169	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	18	-	7 m²	149	-
Roof Transmission	14 m²	347	-	14 m²	130	-
Window Transmission	3 m²	-6	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	34	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	270 W	229	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	203 W	189	-	0	0	-
People	3	200	237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	57	12	5%	26	0
>> Total Zone Loads	-	1202	249	-	540	0

TABLE 6.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " ESPECIALISTA " IN ZONE " ESPECIALISTA "

				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	7	0,864	-	18	-	149
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-6	169	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	347	-	130

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 7.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " MÉDICO " IN ZONE " MEDICO "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	169	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	18	-	7 m²	149	-
Roof Transmission	14 m²	347	-	14 m²	130	-
Window Transmission	3 m²	-6	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	34	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	270 W	229	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	203 W	189	-	0	0	-
People	3	200	237	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	57	12	5%	26	0
>> Total Zone Loads	-	1202	249	-	540	0

TABLE 7.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " MÉDICO " IN ZONE " MEDICO "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	7	0,864	-	18	-	149
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-6	169	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	347	-	130

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 8.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " PASILLO " IN ZONE " PASILLO "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	76 m²	1960	-	76 m²	736	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	76 m²	0	-	76 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	1526 W	1295	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	763 W	712	-	0	0	-
People	1	55	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	201	2	5%	37	0
>> Total Zone Loads	-	4223	37	-	773	0

TABLE 8.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " PASILLO " IN ZONE " PASILLO "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
H EXPOSURE						
ROOF	76	0,385	-	1960	-	736

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 9.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " PASILLO AULAS " IN ZONE " PASILLO AULAS "

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1500 COOLING OA DB / WB 25,5 °C / 22,2 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	24 m²	597	-	24 m²	232	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	4 m²	622	-	4 m²	334	-
Floor Transmission	24 m²	0	-	24 m²	0	-
Partitions	16 m²	-2	-	16 m²	355	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	480 W	403	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	240 W	223	-	0	0	-
People	1	54	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	95	2	5%	46	0
>> Total Zone Loads	-	1991	37	-	966	0

TABLE 9.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " PASILLO AULAS " IN ZONE " PASILLO AULAS "

				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
E EXPOSURE						
DOOR GLASS	4	3,700	0,900	-9	631	334
H EXPOSURE						
ROOF	24	0,385	-	597	-	232

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 10.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "SALA DE CURAS" IN ZONE "SALA DE CURAS"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	169	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	6 m²	15	-	6 m²	123	-
Roof Transmission	14 m²	347	-	14 m²	130	-
Window Transmission	3 m²	-6	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	29	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	270 W	229	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	203 W	189	-	0	0	-
People	1	67	79	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	50	4	5%	24	0
>> Total Zone Loads	-	1059	83	-	508	0

TABLE 10.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "SALA DE CURAS" IN ZONE "SALA DE CURAS"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	6	0,864	-	15	-	123
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-6	169	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	347	-	130

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 11.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "SALA DEL MAYOR" IN ZONE "SALA DEL MAYOR"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600 COOLING OA DB / WB 25,7 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	9 m²	1747	-	9 m²	-	-
Wall Transmission	29 m²	132	-	29 m²	636	-
Roof Transmission	40 m²	888	-	40 m²	382	-
Window Transmission	9 m²	-7	-	9 m²	718	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	40 m²	0	-	40 m²	205	-
Partitions	10 m²	3	-	10 m²	212	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	792 W	672	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	594 W	554	-	0	0	-
People	6	400	475	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	219	24	5%	108	0
>> Total Zone Loads	-	4608	498	-	2261	0

TABLE 11.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "SALA DEL MAYOR" IN ZONE "SALA DEL MAYOR"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
SE EXPOSURE						
WALL	14	0,864	-	92	-	295
WINDOW 1	4	3,051	0,569	-3	297	315
SW EXPOSURE						
WALL	16	0,864	-	40	-	341
WINDOW 1	5	3,059	0,569	-4	1451	402
H EXPOSURE						
ROOF	40	0,385	-	888	-	382

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 12.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "SALA NUEVA" IN ZONE "SALA NUEVA"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1600 COOLING OA DB / WB 25,7 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	5 m²	126	-	5 m²	48	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	5 m²	0	-	5 m²	0	-
Partitions	7 m²	2	-	7 m²	147	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	100 W	85	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	70	-	0	0	-
People	1	67	79	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	17	4	5%	10	0
>> Total Zone Loads	-	367	83	-	205	0

TABLE 12.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "SALA NUEVA" IN ZONE "SALA NUEVA"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
H EXPOSURE						
ROOF	5	0,385	-	126	-	48

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 13.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " SALÓN DE ACTOS " IN ZONE " SALON DE ACTOS "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1700 COOLING OA DB / WB 24,2 °C / 21,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	4 m²	866	-	4 m²	-	-
Wall Transmission	17 m²	6	-	17 m²	368	-
Roof Transmission	107 m²	2676	-	107 m²	1035	-
Window Transmission	4 m²	-16	-	4 m²	312	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	107 m²	0	-	107 m²	213	-
Partitions	12 m²	-9	-	12 m²	263	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	2146 W	1842	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1610 W	1508	-	0	0	-
People	58	3218	2042	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	505	102	5%	110	0
>> Total Zone Loads	-	10595	2144	-	2301	0

TABLE 13.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " SALÓN DE ACTOS " IN ZONE " SALON DE ACTOS "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	17	0,864	-	6	-	368
WINDOW 1	4	3,115	0,569	-16	866	312
H EXPOSURE						
ROOF	107	0,385	-	2676	-	1035

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 14.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " SECRETARÍA " IN ZONE " SECRETARIA "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	3 m²	169	-	3 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	19	-	7 m²	160	-
Roof Transmission	14 m²	352	-	14 m²	132	-
Window Transmission	3 m²	-6	-	3 m²	201	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	14 m²	0	-	14 m²	39	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	274 W	233	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	206 W	192	-	0	0	-
People	1	67	79	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	51	4	5%	27	0
>> Total Zone Loads	-	1076	83	-	559	0

TABLE 14.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " SECRETARÍA " IN ZONE " SECRETARIA "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
NE EXPOSURE						
WALL	7	0,864	-	19	-	160
WINDOW 1	3	3,059	0,569	-6	169	201
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,385	-	352	-	132

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 15.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "TAQUILLAS" IN ZONE "TAQUILLAS"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	31 m²	794	-	31 m²	298	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	31 m²	0	-	31 m²	0	-
Partitions	5 m²	-1	-	5 m²	110	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	618 W	525	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	464 W	432	-	0	0	-
People	4	266	316	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	101	16	5%	20	0
>> Total Zone Loads	-	2117	332	-	428	0

TABLE 15.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "TAQUILLAS" IN ZONE "TAQUILLAS"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
H EXPOSURE						
ROOF	31	0,385	-	794	-	298

Space Design Load Summary for SISTEMA VRF

Project Name: LA ONCE EN ALAVA vrf
Prepared by: Toshiba

02/11/2014
03:38

TABLE 16.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "DISTRIBUIDOR ENTRADA" IN ZONE "DISTRIBUIDOR ENTRADA"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1600 COOLING OA DB / WB 25,1 °C / 21,9 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,9 °C / -6,3 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	59 m²	1516	-	59 m²	569	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	59 m²	0	-	59 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	11 m²	-3	-	11 m²	241	-
Overhead Lighting	1180 W	1002	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	590 W	550	-	0	0	-
People	1	55	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 5%	156	2	5%	41	0
>> Total Zone Loads	-	3276	37	-	851	0

TABLE 16.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "DISTRIBUIDOR ENTRADA" IN ZONE "DISTRIBUIDOR ENTRADA"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·°K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
H EXPOSURE						
ROOF	59	0,385	-	1516	-	569

Información del Proyecto

Versión 2.4.54.0

Nombre del proyecto	AGENCIA DE ONCE EN VITORIA
Sistema	SMMS-i
Cliente	LA ONCE
Dirección	
Instalador	
Fecha de instalación	17/03/2014
Fecha de puesta en marcha	19/03/2014

Lista de Equipos

Unidades exteriores

Código	Cantidad
MMY-MAP0804HT8-E	1
MMY-MAP1204HT8-E	1
MMY-MAP1404HT8-E	1

Unidades interiores

Código	Cantidad
MMU-AP0242H	1
MMU-AP0074MH-E	4
MMU-AP0094MH-E	3
MMU-AP0124MH-E	2
MMU-AP0154MH-E	1
MMU-AP0184MH-E	2
MMD-AP0096BH-E	1
MMD-AP0186BH-E	1
MMD-AP0246BH-E	1
MMD-AP0484H-E	2

Derivaciones para la Unidad E

Código	Cantidad
--------	----------

Juntas de derivación

Código	Cantidad
RBM-BY55E	5
RBM-BY105E	10

Colector

Código	Cantidad
--------	----------

Accessories

Código	Cantidad
RBC-AMT32E	18

Control Centralizado

Código	Cantidad
--------	----------

Longitud de tuberías - Totales d

(in)	φ1/4	φ3/8	φ1/2	φ5/8	φ3/4	φ7/8	φ1 1/8	φ1 3/8	φ1 5/8
Total(m)	57,4	69,4	67,65	47,9		23,45	47,7		
Tubería de Gas(m)	-	41,2	16,2	28,2		23,45	47,7		
Tubería de Líquido(m)	57,4	28,2	51,45	19,7		0	-	-	

Carga Adicional de Refrigerante - Total del Proyecto

Total(kg)	16,0435
-----------	---------

Temperatura Exterior de Diseño

Refrigeración	26 Grados(C)	(Búlbo Seco)
Calefacción	-4 Grados(C)	3úlbo Húmedo)

Información del Sistema

Número del Circuito Frigorífico	1
Nombre del Circuito Frigorífico	S1
Tipo de Sistema	SMMS-i

Unidad exterior

Nombre del modelo		Unidad Esclava 1		Unidad Esclava 2		Unidad Esclava 3	
Unidad Maestra		-		-		-	
MMY-MAP1204HT8-E							
Capacidad	Capacidad Nominal (kW)		Capacidad Real (kW)				
Refrigeración	33,5		31,28				
Calefacción	37,5		26,58				
Simultaneidad	107%						
Posición	Por encima						

Unidad(es) Interior(es)

Nombre del modelo	Código de Capacidad	Capacidad Nominal (kW)		Capacidad Real (kW)		Capacidad Requerida(kW)		Velocidad del vetilador	Cantidad
		Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total		
MMD-AP0246BH-E	2,5	5,2	7,1	4,75	6,23 (6,23)	4,2	5,4	High	1
	Calefacción		8		7,63 (6,36)		1,2		
MMU-AP0074MH-E	0,8	1,7	2,2	1,57	1,95 (1,95)	1,1	1,5	High	1
	Calefacción		2,5		2,39 (1,99)		0,9		
MMU-AP0094MH-E	1	2	2,8	1,84	2,48 (2,48)	1,3	2	High	1
	Calefacción		3,2		3,06 (2,55)		1,6		
MMU-AP0094MH-E	1	2	2,8	1,82	2,45 (2,45)	1,3	2	High	1
	Calefacción		3,2		3,05 (2,54)		1,6		
MMU-AP0094MH-E	1	2	2,8	1,81	2,44 (2,44)	1,3	2	High	1
	Calefacción		3,2		3,05 (2,54)		1,6		
MMU-AP0154MH-E	1,7	3,1	4,5	2,80	3,91 (3,91)	2,2	3,3	High	1
	Calefacción		5		4,76 (3,97)		1,8		
MMU-AP0184MH-E	2	3,6	5,6	3,23	4,83 (4,83)	2,5	4,4	High	1
	Calefacción		6,3		5,98 (4,99)		4,1		
MMU-AP0074MH-E	0,8	1,7	2,2	1,52	1,89 (1,89)	1,1	1,5	High	1
	Calefacción		2,5		2,37 (1,98)		0,9		
MMU-AP0184MH-E	2	3,6	5,6	3,20	4,78 (4,78)	2,5	4,1	High	1
	Calefacción		6,3		5,95 (4,96)		4,6		

Derivaciones para la Unidad E

Código	Cantidad
--------	----------

Juntas de derivación

Código	Cantidad
RBM-BY55E	3
RBM-BY105E	5

Colector

Código	Cantidad
--------	----------

Accesorios

Código	Cantidad
RBC-AMT32E	9

Distancia de Tubería

(in)	φ1/4	φ3/8	φ1/2	φ5/8	φ3/4	φ7/8	φ1 1/8	φ1 3/8	φ1 5/8
Total(m)	29,6	32,6	49,75	16,7		8,05	28		
Tubería de Gas(m)	-	15,9	13,7	16,7		8,05	28		
Tubería de Líquido(m)	29,6	16,7	36,05	0		0	-	-	

Carga de Refrigerante Adicional

Total(kg)	6,00
-----------	------

Datos eléctricos - Unidad(es) exterior(es)	
MOCP (A)	40,00
MCA (A)	28,50
Dispositivo de protección eléctrica (A)	40
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

Datos eléctricos - Unidad(es) interior(es)	
Total MOCP (A)	135
Total MCA (A)	4,67
Dispositivo de protección eléctrica (A)	135
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

Información del Sistema

Número del Circuito Frigorífico	2
Nombre del Circuito Frigorífico	S2
Tipo de Sistema	SMMS-i

Unidad exterior

Nombre del modelo				
Unidad Maestra	Unidad Esclava 1	Unidad Esclava 2		Unidad Esclava 3
MMY-MAP1404HT8-E	-	-		-
Capacidad	Capacidad Nominal (kW)	Capacidad Real (kW)		
Refrigeración	40	38,89		
Calefacción	45	32,35		
Simultaneidad	109%			
Posición	Por encima			

Unidad(es) Interior(es)									
Nombre del modelo	Código de Capacidad	Capacidad Nominal (kW)		Capacidad Real (kW)		Capacidad Requerida(kW)		Velocidad del vetilador	Cantidad
		Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total		
MMD-AP0186BH-E	2	4	5,6	3,70	4,98 (4,98)	3,3	4,3	High	1
	Calefacción		6,3		6,04 (5,00)		1,3		
MMD-AP0484H-E	5	9,5	14	8,81	12,48 (12,48)	5,75	11	High	1
	Calefacción		16		15,35 (12,71)		11		
MMD-AP0484H-E	5	9,5	14	8,82	12,50 (12,50)	5,75	11	High	1
	Calefacción		16		15,36 (12,72)		11		
MMU-AP0242H	2,5	4,9	7,1	4,62	6,43 (6,43)	4,1	5,5	High	1
	Calefacción		8		7,71 (6,38)		4,8		
MMU-AP0074MH-E	0,8	1,7	2,2	1,62	2,01 (2,01)	1,3	2	High	1
	Calefacción		2,5		2,42 (2,00)		1,6		

Derivaciones para la Unidad E

Código	Cantidad
--------	----------

Juntas de derivación

Código	Cantidad
RBM-BY105E	4

Colector

Código	Cantidad
--------	----------

Accesorios

Código	Cantidad
RBC-AMT32E	5

Distancia de Tubería

(in)	φ1/4	φ3/8	φ1/2	φ5/8	φ3/4	φ7/8	φ1 1/8	φ1 3/8	φ1 5/8
Total(m)	8	11,3	10,9	25,5		8,4	19,7		
Tubería de Gas(m)	-	5,5	2,5	5,8		8,4	19,7		
Tubería de Líquido(m)	8	5,8	8,4	19,7		0	-	-	

Carga de Refrigerante Adicional	
Total(kg)	7,00

Datos eléctricos - Unidad(es) exterior(es)	
MOCP (A)	40,00
MCA (A)	33,20
Dispositivo de protección eléctrica (A)	40
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

Datos eléctricos - Unidad(es) interior(es)	
Total MOCP (A)	75
Total MCA (A)	7,4
Dispositivo de protección eléctrica (A)	75
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

Información del Sistema	
Número del Circuito Frigorífico	3
Nombre del Circuito Frigorífico	S3
Tipo de Sistema	SMMS-i

Unidad exterior			
Nombre del modelo			
Unidad Maestra	Unidad Esclava 1	Unidad Esclava 2	Unidad Esclava 3
MMY-MAP0804HT8-E	-	-	-
Capacidad	Capacidad Nominal (kW)	Capacidad Real (kW)	
Refrigeración	22,4	22,31	
Calefacción	25	17,75	
Simultaneidad	54%		
Posición	Por encima		

Unidad(es) Interior(es)									
Nombre del modelo	Código de Capacidad	Capacidad Nominal (kW)		Capacidad Real (kW)		Capacidad Requerida(kW)		Velocidad del vetilador	Cantidad
		Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total		
MMU-AP0124MH-E	1,25	2,5	3,6	2,37	3,28 (3,28)	2,35	3	High	1
	Calefacción		4		3,86 (3,86)		2,2		
MMU-AP0124MH-E	1,25	2,5	3,6	2,38	3,29 (3,29)	2,35	3	High	1
	Calefacción		4		3,87 (3,87)		2,2		
MMU-AP0074MH-E	0,8	1,7	2,2	1,63	2,03 (2,03)	0,4	0,6	High	1
	Calefacción		2,5		2,43 (2,43)		0,6		
MMD-AP0096BH-E	1	2,3	2,8	2,23	2,61 (2,61)	2	2,5	High	1
	Calefacción		3,2		3,11 (3,11)		1,3		

Derivaciones para la Unidad E	
Código	Cantidad

Juntas de derivación	
Código	Cantidad
RBM-BY55E	2
RBM-BY105E	1

Colector	
Código	Cantidad

Accesorios	
Código	Cantidad
RBC-AMT32E	4

Distancia de Tubería										
	(in)	φ1/4	φ3/8	φ1/2	φ5/8	φ3/4	φ7/8	φ1 1/8	φ1 3/8	φ1 5/8
Total(m)		19,8	25,5	7	5,7		7			
Tubería de Gas(m)		-	19,8	0	5,7		7			
Tubería de Líquido(m)		19,8	5,7	7	0		0	-	-	

Carga de Refrigerante Adicional

Total(kg) 3,0435

Datos eléctricos - Unidad(es) exterior(es)

MOCP (A)	32,00
MCA (A)	23,50
Dispositivo de protección eléctrica (A)	32
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

Datos eléctricos - Unidad(es) interior(es)

Total MOCP (A)	60
Total MCA (A)	1,72
Dispositivo de protección eléctrica (A)	60
Tamaño del cableado (mm2 or AWG(#))	

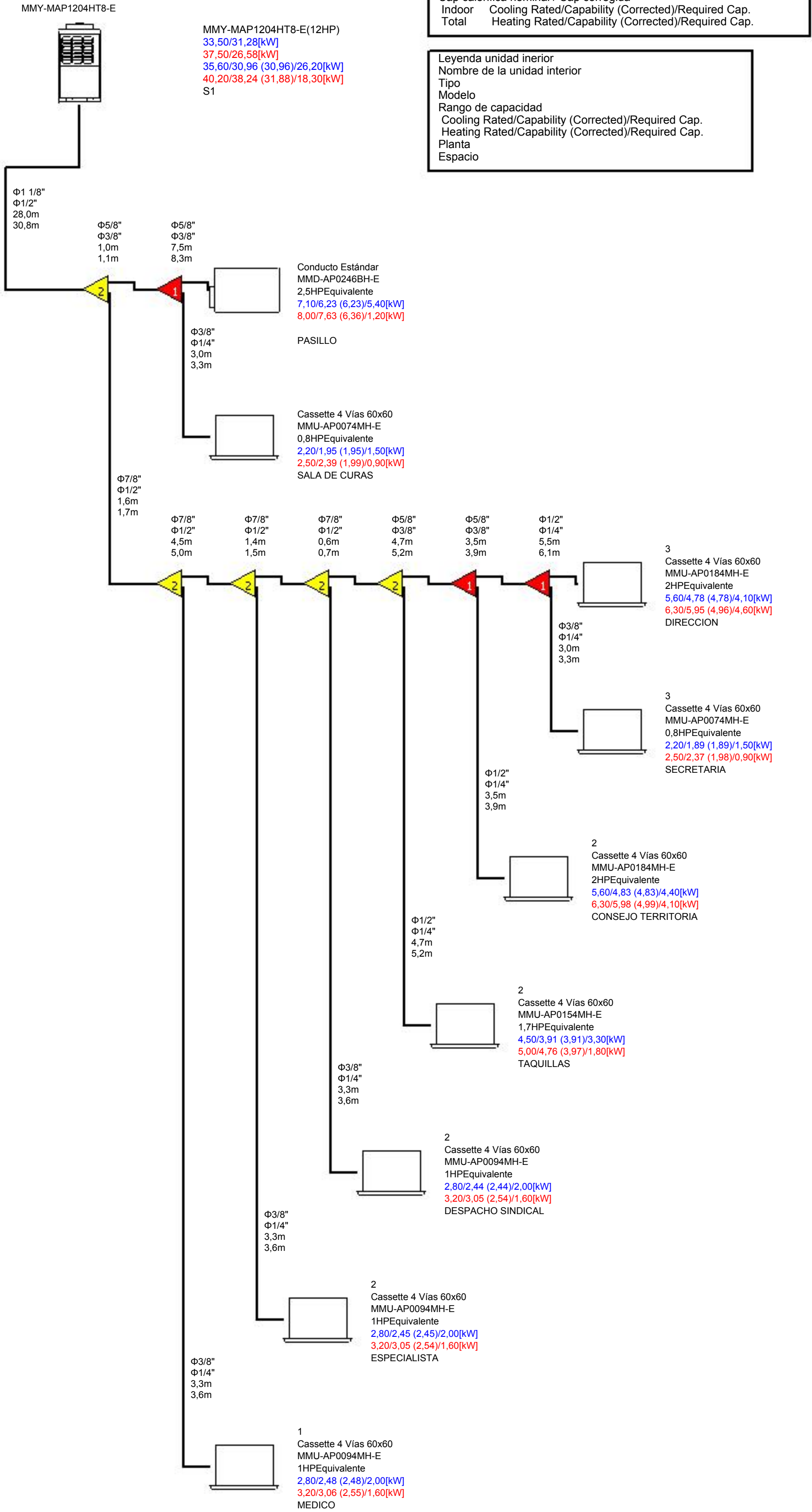
Nota: La longitud equivalente se calcula por el coeficiente 1,100.

El usuario es responsable de asegurar que todos los datos introducidos son correctos.

Selección de equipo se han basado en las directrices de diseño indicados dentro de la instalación de Toshiba SMMS-i/SHRM-i/Mini-SMMS manual.

Es responsabilidad del consultor o instalador, verificar y confirmar que el diseño y selección de equipos del sistema es correcta antes de la instalación.

Por favor, en el caso de que en un futuro se realice una ampliación o un cambio en los requisitos de refrigeración/calefacción, será necesario realizar una re-evaluación del sistema antes de su instalación.



Modelo de la unidad exterior

Nombre de la unidad exterior

Exterior Cap frigorífica nominal / Cap corregida

Cap calorífica nominal / Cap corregida

Indoor Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Total Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Leyenda unidad inerior

Nombre de la unidad interior

Tipo

Modelo

Rango de capacidad

Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Planta

Espacio

Leyenda de tuberías

Gas pipe diameters

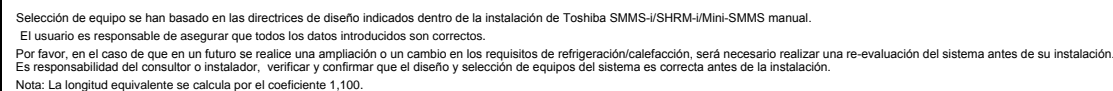
Liquid pipe diameters

Longitud real

Longitud equivalente

	RBM-BY55E
	RBM-BY105E
	RBM-BY205E
	RBM-BY305E
	RBM-HY1043E
	RBM-HY2043E
	RBM-HY1083E
	RBM-HY2083E

Nombre del producto	Modelo	Cantidad
Unidades exteriores	MMY-MAP120H18-E	1
Unidades interiores	MMU-AP0074MH-E	2
Unidades interiores	MMU-AP0094MH-E	3
Unidades interiores	MMU-AP0154MH-E	1
Unidades interiores	MMU-AP0184MH-E	2
Unidades interiores	MMD-AP0246BH-E	1
Unión en Y	RBM-BY5SE	3
Unión en Y	RBM-BY10SE	5
Remote Controller	RBC-AMT32E	9

Software Version 2.4.54.0

Nombre del edificio	AGENCIA DE ONCE EN VITORIA	Fecha	2014-02-24	Dibujo número S 1
	M ^a ÁNGELA GARZÓN MARTÍN	Escala	Sin Escala	






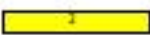


MMY-MAP1404HT8-E

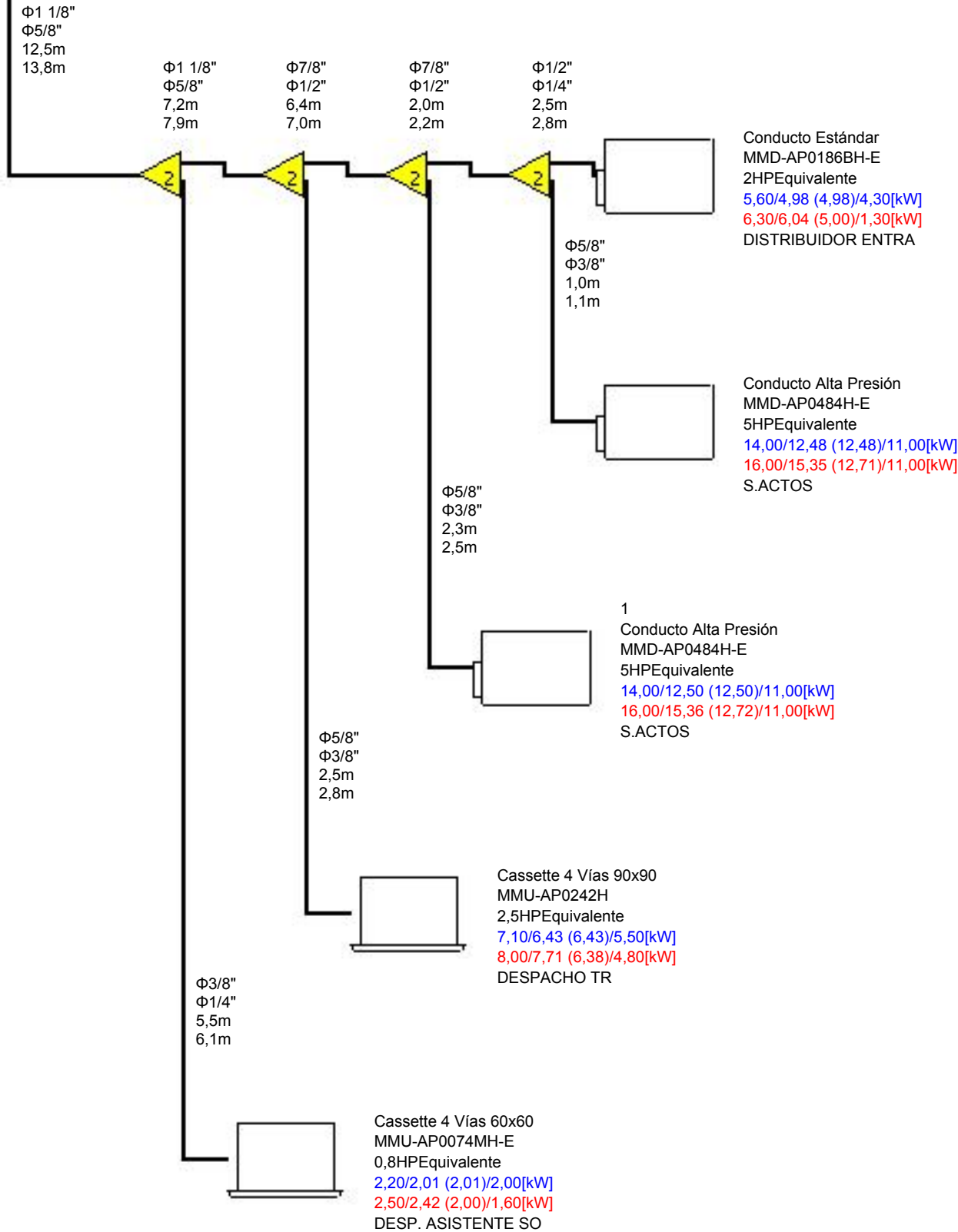
MMY-MAP1404HT8-E(14HP)
40,00/38,89[kW]
45,00/32,35[kW]
42,90/38,40 (38,40)/33,80[kW]
48,80/46,88 (38,81)/29,70[kW]
S2

Modelo de la unidad exterior
Nombre de la unidad exterior
Exterior Cap frigorifica nominal / Cap corregida
Cap calorifica nominal / Cap corregida
Indoor Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Total Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Leyenda de tuberías
Gas pipe diameters
Liquid pipe diameters
Longitud real
Longitud equivalente

Leyenda unidad interior
Nombre de la unidad interior
Tipo
Modelo
Rango de capacidad
Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Planta
Espacio

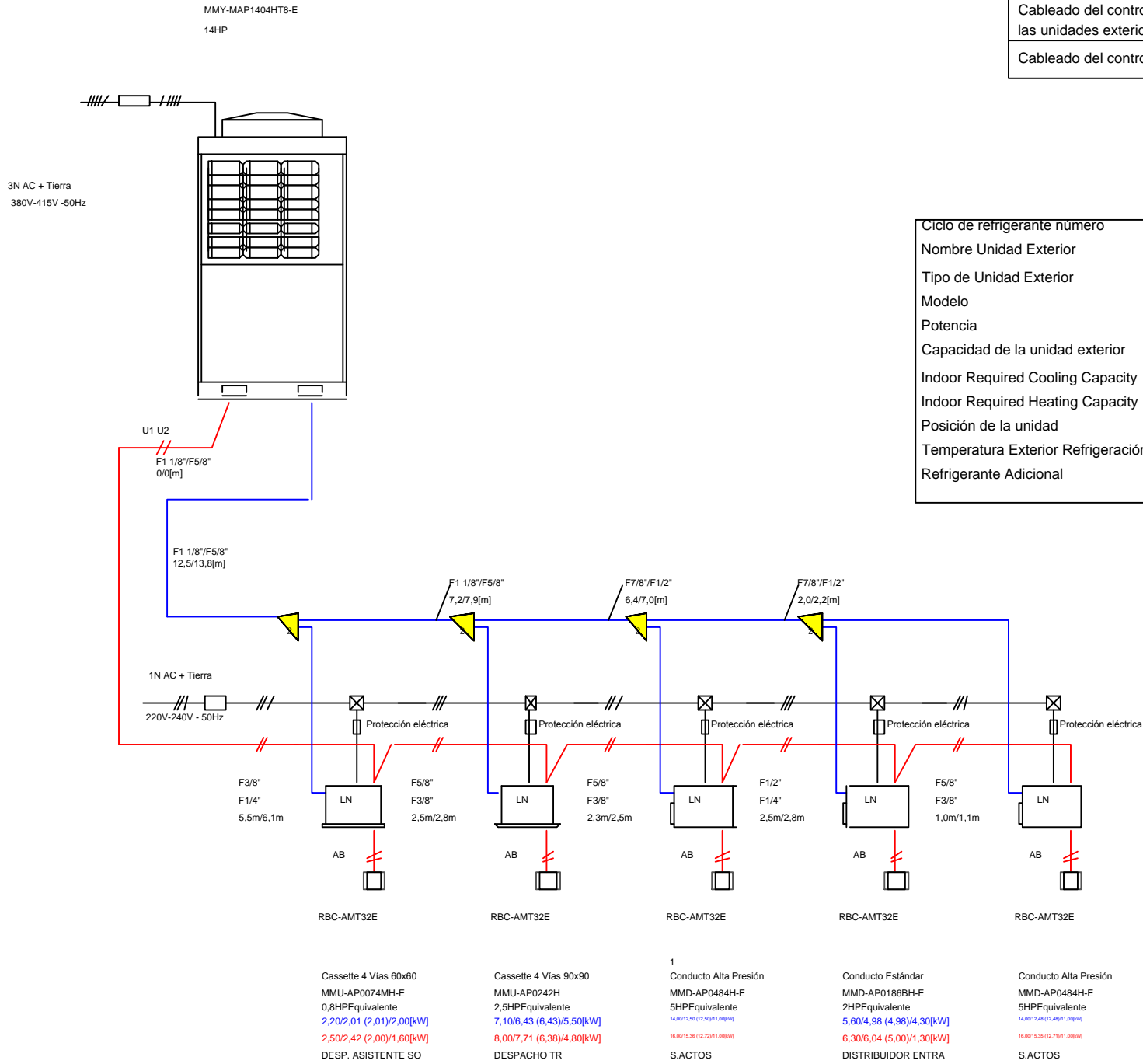
	RBM-BY55E
	RBM-BY105E
	RBM-BY205E
	RBM-BY305E
	RBM-HY1043E
	RBM-HY2043E
	RBM-HY1083E
	RBM-HY2083E



Conexión del control			
Nombre	Etiqueta	Cableado	Dimensiones del cableado
Cableado de interconexión	U1 U2	2 conductores Sin polaridad	1.25mm2 hasta 1000m 2.00mm2 hasta 2000m
Cableado del control central	U3 U4	2 conductores Sin polaridad	Longitud del cableado U1U2 Longitud del cableado U3U4
Cableado del control de las unidades exteriores	U5 U6	2 conductores Sin polaridad	1.25mm2 a 2.00mm2 - Hasta 100m
Cableado del control remoto	AB	2 conductores	0.5mm2 to 2.00mm2 Up to 500m (hasta 400m para el control inalámbrico) Cableado de control de grupo hasta 200m

Nombre del producto	Modelo	Cantidad
Unidades exteriores	MMY-MAP1404HT8-E	1
Unidades interiores	MMU-AP0242H	1
Unidades interiores	MMU-AP0074MH-E	1
Unidades interiores	MMD-AP0186BH-E	1
Unidades interiores	MMD-AP0484H-E	2
Unión en Y	RBM-BY105E	4
Remote Controller	RBC-AMT32E	5

Ciclo de refrigerante numero	2
Nombre Unidad Exterior	S2
Tipo de Unidad Exterior	SMMS-i
Modelo	MMY-MAP1404HT8-E
Potencia	14HP
Capacidad de la unidad exterior	40,00kW/38,89kW/45,00kW/32,35kW
Indoor Required Cooling Capacity	42,90kW/38,40 (38,40)kW/33,80kW
Indoor Required Heating Capacity	48,80kW/46,88 (38,81)kW/29,70kW
Posición de la unidad	Por encima
Temperatura Exterior Refrigeración/Calefacción	26,0C/-4,0C
Refrigerante Adicional	7 kg



Selección de equipo se han basado en las directrices de diseño indicados dentro de la instalación de Toshiba SMMS-i/SHRM-i/Mini-SMMS manual.
El usuario es responsable de asegurar que todos los datos introducidos son correctos.
Por favor, en el caso de que en un futuro se realice una ampliación o un cambio en los requisitos de refrigeración/calefacción, será necesario realizar una re-evaluación del sistema antes de su instalación.
Es responsabilidad del consultor o instalador, verificar y confirmar que el diseño y selección de equipos del sistema es correcta antes de la instalación.
Nota: La longitud equivalente se calcula por el coeficiente 1,100.

RBM-HY1043E	RBM-HY1043E
RBM-HY2043E	RBM-HY2043E
RBM-HY1083E	RBM-HY1083E
RBM-HY2083E	RBM-HY2083E

RBM-BY55E	RBM-BY55E
RBM-BY105E	RBM-BY105E
RBM-BY205E	RBM-BY205E
RBM-BY305E	RBM-BY305E

Software Version 2.4.54.0

Nombre del edificio AGENCIA DE ONCE EN VITORIA
Mª ANGELA GARZON MARTIN

Fecha 2014-02-24
Escala Sin Escala

Dibujo número S 2

TOSHIBA

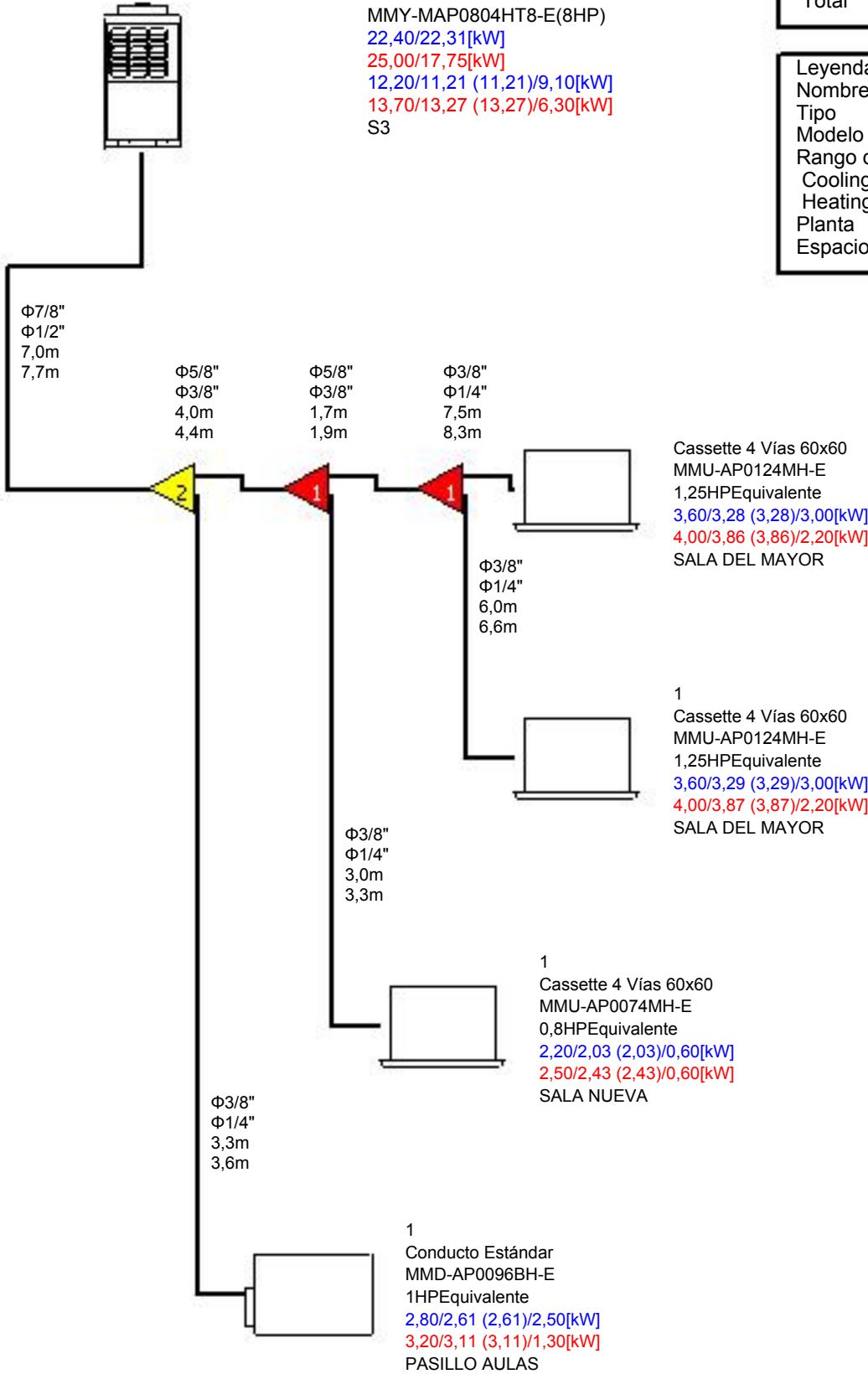
MMY-MAP0804HT8-E

MMY-MAP0804HT8-E(8HP)
22,40/22,31[kW]
25,00/17,75[kW]
12,20/11,21 (11,21)/9,10[kW]
13,70/13,27 (13,27)/6,30[kW]
S3

Modelo de la unidad exterior
Nombre de la unidad exterior
Exterior Cap frigorifica nominal / Cap corregida
Cap calorifica nominal / Cap corregida
Indoor Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Total Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.

Leyenda de tuberías
Gas pipe diameters
Liquid pipe diameters
Longitud real
Longitud equivalente

Leyenda unidad interior
Nombre de la unidad interior
Tipo
Modelo
Rango de capacidad
Cooling Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Heating Rated/Capability (Corrected)/Required Cap.
Planta
Espacio

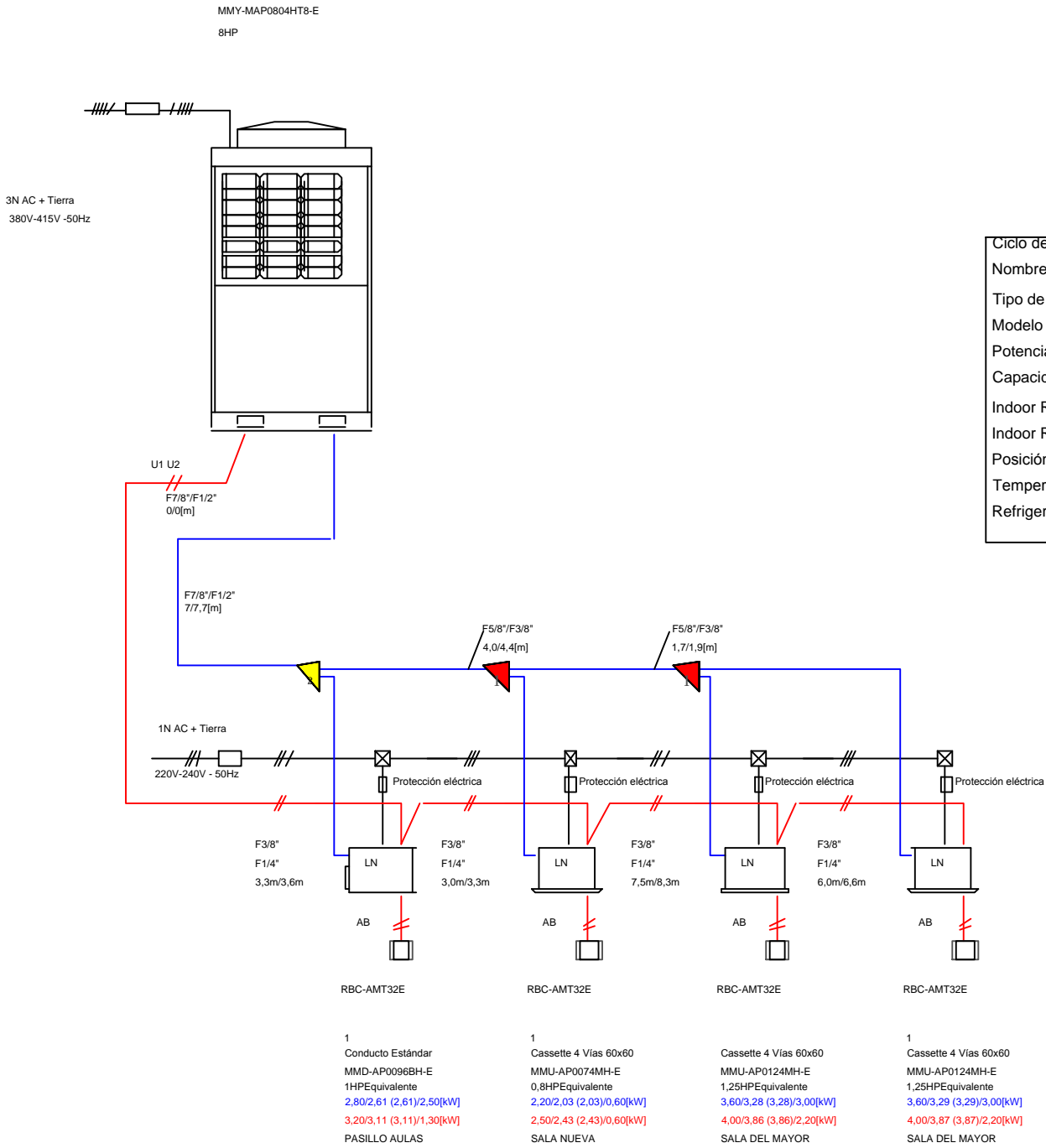


	RBM-BY55E
	RBM-BY105E
	RBM-BY205E
	RBM-BY305E
	RBM-HY1043E
	RBM-HY2043E
	RBM-HY1083E
	RBM-HY2083E

Conexión del control			
Nombre	Etiqueta	Cableado	Dimensiones del cableado
Cableado de interconexión	U1 U2	2 conductores Sin polaridad	1.25mm2 hasta 1000m 2.00mm2 hasta 2000m
Cableado del control central	U3 U4	2 conductores Sin polaridad	Longitud del cableado U1U2 Longitud del cableado U3U4
Cableado del control de las unidades exteriores	U5 U6	2 conductores Sin polaridad	1.25mm2 a 2.00mm2 - Hasta 100m
Cableado del control remoto	AB	2 conductores	0.5mm2 to 2.00mm2 Up to 500m (hasta 400m para el control inalámbrico) Cableado de control de grupo hasta 200m

Nombre del producto	Modelo	Cantidad
Unidades exteriores	MMY-MAP0804HT8-E	1
Unidades interiores	MMU-AP0074MH-E	1
Unidades interiores	MMU-AP0124MH-E	2
Unidades interiores	MMD-AP0096BH-E	1
Unión en Y	RBM-BY55E	2
Unión en Y	RBM-BY105E	1
Remote Controller	RBC-AMT32E	4

Ciclo de refrigerante numero	3
Nombre Unidad Exterior	S3
Tipo de Unidad Exterior	SMMS-i
Modelo	MMY-MAP0804HT8-E
Potencia	8HP
Capacidad de la unidad exterior	22,40kW/22,31kW/25,00kW/17,75kW
Indoor Required Cooling Capacity	12,20kW/11,21 (11,21)kW/9,10kW
Indoor Required Heating Capacity	13,70kW/13,27 (13,27)kW/6,30kW
Posición de la unidad	Por encima
Temperatura Exterior Refrigeración/Calefacción	26,0C/-4,0C
Refrigerante Adicional	3,04kg



Selección de equipo se han basado en las directrices de diseño indicados dentro de la instalación de Toshiba SMMS-i/SHRM-i/Mini-SMMS manual.
El usuario es responsable de asegurar que todos los datos introducidos son correctos.
Por favor, en el caso de que en un futuro se realice una ampliación o un cambio en los requisitos de refrigeración/calefacción, será necesario realizar una re-evaluación del sistema antes de su instalación.
Es responsabilidad del consultor o instalador, verificar y confirmar que el diseño y selección de equipos del sistema es correcta antes de la instalación.
Nota: La longitud equivalente se calcula por el coeficiente 1,100.

	RBM-HY1043E
	RBM-HY2043E
	RBM-HY1083E
	RBM-HY2083E

	RBM-BY55E
	RBM-BY105E
	RBM-BY205E
	RBM-BY305E

Software Version 2.4.54.0

Nombre del edificio AGENCIA DE ONCE EN VITORIA

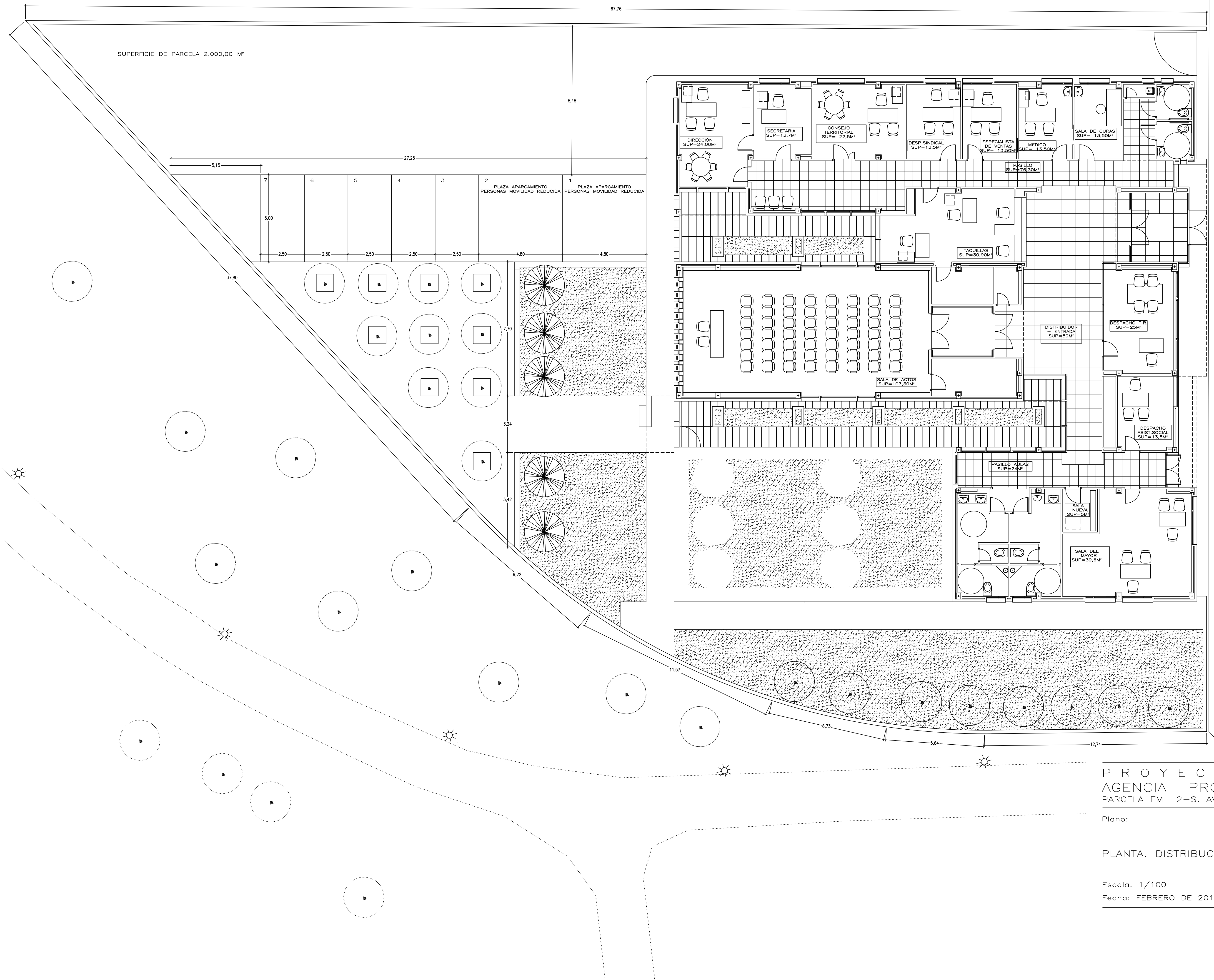
Fecha 2014-02-24

Dibujo número

Mª ÁNGELA GARZÓN MARTÍN

Escala Sin Escala

S_3



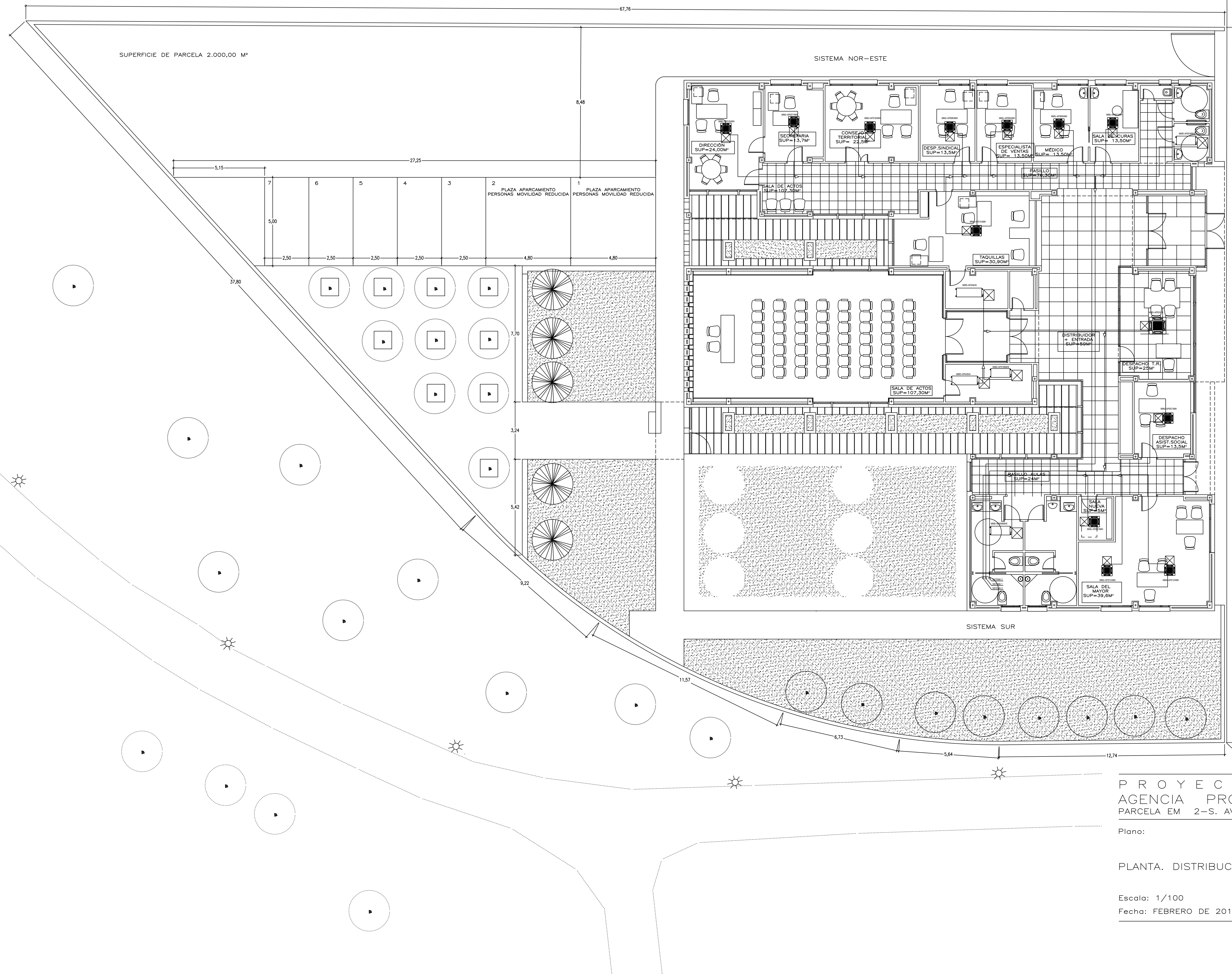
PROYECTO BÁSICO
AGENCIA PROVINCIAL DE ALAVA
PARCELA EM 2-S. AVENIDA DE PARIS. VITORIA-GASTEIZ

Plano: N°
01

PLANTA. DISTRIBUCIÓN Y AMUEBLAMIENTO

Escala: 1/100
Fecha: FEBRERO DE 2014

0 3m.



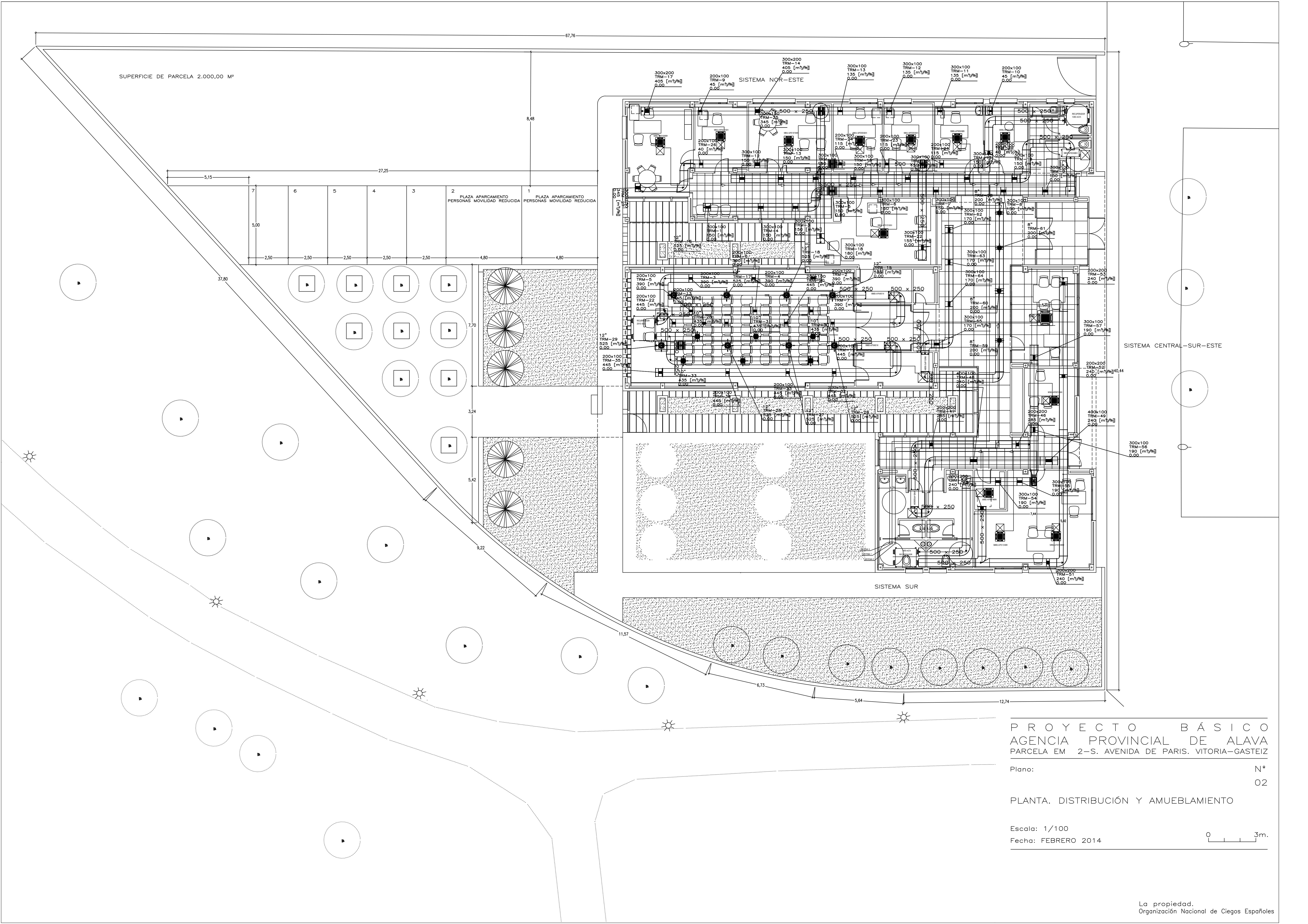
PROYECTO BÁSICO
AGENCIA PROVINCIAL DE ALAVA
PARCELA EM 2-S. AVENIDA DE PARIS. VITORIA-GASTEIZ

Plano: N°
01

PLANTA. DISTRIBUCIÓN Y AMUEBLAMIENTO

Escala: 1/100
Fecha: FEBRERO DE 2014





PROYECTO BÁSICO
AGENCIA PROVINCIAL DE ALAVA
PARCELA EM 2-S. AVENIDA DE PARIS. VITORIA-GASTEIZ

Plano: N°
02

PLANTA. DISTRIBUCIÓN Y AMUEBLAMIENTO

Escala: 1/100
Fecha: FEBRERO 2014

